ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

KHOA MÔI TRƯỜNG

BỘ MÔN ĐỊA SINH THÁI VÀ CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

BÁO CÁO HỌC THUẬT

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN XÂM NHẬP MẶN TẦNG CHỨA NƯỚC HOLOCENE VÙNG BỜ BIỂN GIO LINH- QUẢNG TRỊ.

Người thực hiện: Th.S Đỗ Cao Cường

Hà Nội, tháng…/2019

MỞ ĐẦU

Trong nghiên cứu bổ cập có nhiều công cụ khác nhau để tiến hành nghiên cứu, trong đó yếu tố tự nhiên đóng vai trò quan trọng, nó ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn hình thành nước dưới đất. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu điều kiện địa hình, khí hậu, thủy văn, cấu trúc địa chất, nguồn gốc hình thành trầm tích, đặc điểm kiến tạo, vận động của nước dưới đất, các thông số địa chất thủy văn và hiện trạng nhiễm mặn trong khu vực kết hợp với các yếu tố nhân tạo như diễn biến khai thác và tốc độ đô thị hóa, vv… có thể đánh giá khả năng dự báo bổ cập và diễn biến xâm nhập mặn tầng chứa nước Holocene

Xâm nhập mặn vào nước dưới đất nhạt đặc biệt ở các vùng ven biển đã được các nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu từ lâu. Quá trình xâm nhập mặn có thể xuất hiện dọc theo các khu vực bờ biển hoặc có thể gây ra bởi sông khi nước biển chảy vào sâu trong đất liền dưới tác động của thủy triều hoặc bão.

Sự xâm nhập mặn vào các tầng chứa nước khai thác ở Việt Nam đã được phát hiện từ giữa thế kỷ trước. Những năm 60 của thế kỷ trước, khi tăng công suất khai thác nước dưới đất từ 80.000m3/ng lên 160.000m3/ng ở TP. Hồ Chí Minh thì ranh giới mặn nhạt đã xâm nhập vào đến gần 20km, sau đó đã phải chuyển sang khai thác nước mặt. Sau gần 20 năm ngừng khai thác nước dưới đất, ranh giới mặn nhạt mới chỉ di chuyển ra đến khoảng 2km.

Đoàn Văn Cánh (1996) đã tiến hành đề tài nghiên cứu "Tài nguyên môi trường nước dưới đất vùng Nam Định - Hà Nam". Đề tài này đã tập trung nghiên cứu chi tiết về trữ lượng cũng như chất lượng môi trường nước dưới đất khu vực Nam Định - Hà Nam. Đây là nghiên cứu đầu tiên tập trung vào tài nguyên nước dưới đất tại khu vực. Các kết quả chỉ ra bức tranh tổng thể về hiện trạng cũng như dự báo về tài nguyên nước dưới đất trong tương lai.

Đặng Hữu Ơn (1996) đã có dự báo khả năng nhiễm mặn đối với nước dưới đất ở Bà Rịa - Vũng Tàu thông qua việc xác định hệ số rỗng hữu hiệu và dựa trên sơ đồ phễu hạ thấp mực nước khi công trình đưa vào hoạt động. Tác giả đã xác định vận tốc dòng thấm trung bình theo hướng từ Biển vào công trình và từ đó tính thời gian nước mặn xâm nhập vào công trình khai thác.

Nguyên nhân của biến đối khí hậu rất phức tạp và đa dạng, bao gồm cả nguyên nhân do tự nhiên và nguyên nhân do con người. Vì vậy, để giảm thiểu tác hại trên chúng ta cần chủ động phối hợp, đề ra những giải pháp đồng bộ mang tính đa ngành, đa lĩnh vực để đối phó và thích ứng với biến đổi khí hậu.

Trên cơ sở định hướng nghiên cứu đó, đề tài *"Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn tầng chứa nước Holocene vùng bờ biển Gio Linh, Quảng Trị"* nhằm mục đích giải quyết một số vấn đề còn tồn tại trong nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên như: cấu trúc địa chất, địa chất thủy văn, nguồn bổ cập cũng như hiện trạng, nhu cầu khai thác và diễn biến xâm nhập mặn, nhằm phục vụ việc khai thác bền vững nguồn tài nguyên quý giá trong vùng.

Chương 1. Mối quan hệ thủy nước nước mưa, nước mặt với nước dưới đất

1.1 Xác định mối quan hệ thủy lực nước mặt với nước dưới đất

1.1.1 Thí nghiệm đổ nước hố đào

a. Cơ sở lý thuyết:

Thí nghiệm đổ nước vào hố đào có một vòng chắn, khống chế cột nước áp lực không đổi bằng 0,1 m; tiến hành quan trắc thấm cho đến khi xác định lưu lượng thấm ổn định; tính toán hệ số thấm của đất theo định luật Darcy, dựa trên ba giả thiết sau đây:

- Dòng thấm từ đáy hồ đào ở trong vòng chắn hướng thẳng xuống đất, không chảy tản ra các phía, nên tiết diện thấm bằng tiết diện của vòng chắn.

- Với chiều cao cột nước áp lực 10 cm là nhỏ, nên khi lưu lượng thấm đạt đến ổn định, thì chiều sâu nước thấm xuống đất cũng nhỏ và do vậy, có gradient thủy lực tương ứng bằng 1; khi đó vận tốc thấm bằng hệ số thấm.

- Áp lực mao dẫn không đáng kể.

b. Thiết bị, dụng cụ thí nghiệm

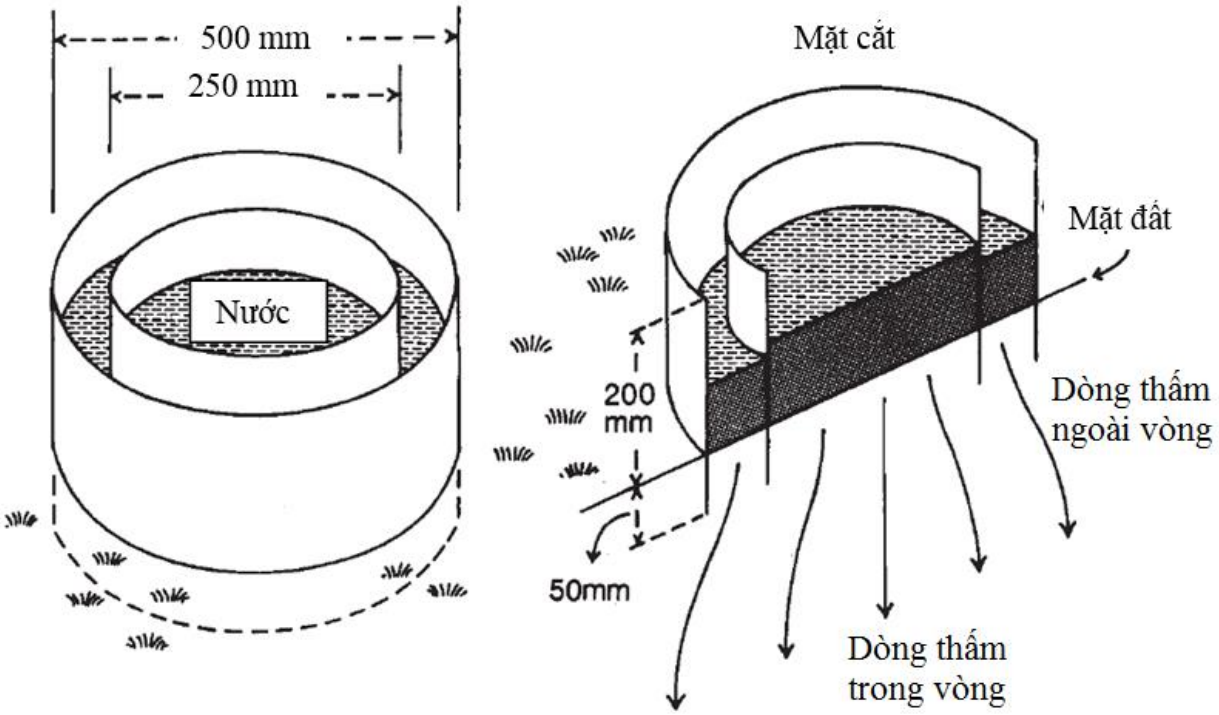
Vòng chắn bằng thép, hình trụ có đường kính trong 50 cm, cao từ 20 cm đến 25 cm, thành dày từ 3 mm đến 5 mm và một đầu được vát sắt mép ngoài.

Hình 1 Dụng cụ đổ nước hố đào

Thiết bị cấp nước, hai thùng đo định chuẩn có thông số kỹ thuật như nhau. Thùng đo định chuẩn được chế tạo bằng thép cứng, có dạng hình trụ tròn thẳng đứng và không có lồi lõm, đường kính trong bằng 400 mm, chiều cao 800 mm. Ở phần dưới của thùng đo có hai van: một van nối thông với ống đo mực nước (2) được làm bằng thủy tinh, gắn trên bảng thang đo chia vạch mm được đặt thẳng đứng và cố định với thành thùng đo; và một van nối với ống dẫn nước ra.

Hai thùng đo định chuẩn được đặt thẳng đứng trên một giá đỡ vững chắc và gắn chặt chẽ với nhau bằng các đai thép cứng (5), ống dẫn nước ra của hai thùng được kết nối với một van ba nhánh (3). Nhánh thứ ba của van này được nối với ống cứng (4) để dẫn nước ra và kết nối với đầu ống của phao nước nổi. Khi thí nghiệm, van ba nhánh này cho phép đóng nước ở thùng đã vơi hết nước, đồng thời mở nước ở thùng thứ hai đã được đổ đầy nước trước đó, đảm bao cho thí nghiệm được liên tục.

Các dụng cụ thông thường khác như đồng hồ bấm giây, đồng hồ chỉ giờ, dụng cụ đào hố; thanh gạt phẳng; thước đo có chiều dài khoảng 50 cm đến 100 cm với thang chia mm; thùng chứa nước dự trữ; một ít vật liệu đất sét mềm dẻo, một ít vật liệu sỏi hạt 2 mm đến 10 mm; nhiệt kế chia độ đến 50 ^{0}C, số đọc chính xác đến 0,5 ^{0}C.



Hình 2 Sơ đồ thí nghiệm đổ nước hố đào

c. Kết quả thí nghiệm:

Chỉnh lý số đọc mực nước trên thang đo của thùng cấp nước ở các thời điểm quan trắc; tính lưu lượng thấm với từng khoảng thời gian trong quá trình thí nghiệm, theo công thức 1:

$$Q = \beta \frac{V}{t} \qquad (1)$$

trong đó:

Q là lưu lượng thấm, lít/phút;

V là lưu lượng nước tiêu tốn do thấm (l), trong thời gian đo từ t_1 đến t_2, tính theo công thức: $V = V_1 - V_2$, với V_1 là lượng nước của thùng cấp nước ở thời điểm đo t_1 và V_2 là lưu lượng trong thùng ở thời điểm đo t_2, được xác định theo biểu đồ quan hệ giữa số đo trên thang đo mực nước và lượng nước của thùng.

t là khoảng thời gian giữa hai lần đo: $t = (t_2 - t_1)$, s (giây).

Lập biểu đồ quan hệ giữa thể tích V, lưu lượng Q và thời gian t để xác định trị số lưu lượng ổn định (Q_c).

Tính hệ số thấm của đất, theo công thức 2:

$$K_{th} = \frac{Q_c}{F} \qquad (2)$$

trong đó:

Q_c là lưu lượng thấm ổn định, cm^3/s;

F là tiết diện thấm, bằng tiết diện vòng chắn, cm^2; tính theo công thức 2:

$$F = \frac{\pi \times D^2}{} \qquad (2')$$

với: D là đường kính của vòng chắn trong, m;

π là số Pi, lấy bằng 3,14.

Bảng 1 Các thông tin cơ bản của vị trí thí nghiệm

TT	Tên hố đào	X	Y	T (phút)	T1 (phút)	V (lít)	V/2 (lít)	F (m2)	b
1	HĐ05- Cửa Tùng	728784	1869200	136,73	70,49	10,60	5,30	0,20	1,04
2	HĐ02- Lâm Xuân 1	725145	1880886	95,00	60,42	5,12	2,56	0,20	1,34
3	H06- Hiền Lương	718674	1880828	102,00	24,44	14,98	7,49	0,20	0,02
4	H01- Lâm Xuân 2	725966	1869987	102,00	16,17	13,10	6,55	0,20	0,02
5	H04-Gio An	714569	1872317	102,00	23,76	17,48	8,74	0,20	0,02
6	H03_Rừng cao su	720075,3	1866359	102,00	26,50	15,40	7,70	0,20	0,04

Bảng 2 Kết quả tính toán

TT	Tên hố đào	X	Y	Mô tả thành phần thạch học	Hệ số thấm (m/ngày)	Hệ số thấm kiến nghị (m/ngày)
1	HĐ05- Cửa Tùng	728784	1869200	Cát trắng nguồn gốc trầm tích gió biển (vmQ_2^3)	0,592	0,561
2	HĐ02- Lâm Xuân 1	725145	1880886	Cát trắng nguồn gốc trầm tích gió biển (vmQ_2^3)	0,53	
3	H06- Hiền Lương	718674	1880828	Sét, sét pha (am Q_2^3)	0,022	0,0205
4	H01- Lâm Xuân 2	725966	1869987	Sét, sét pha (am Q_2^3)	0,019	
5	H04-Gio An	714569	1872317	Đất đá bazan phong hóa	0,025	0,0345
6	H03_Rừng cao su	720075,3	1866359	Đất đá bazan phong hóa	0,044	

Nhận xét:

Kết quả thí nghiệm đổ nước hố đào trên toàn khu vực cho phép phân vùng bổ cập cho tầng chứa nước Holocen, đây cũng là kết quả làm căn cứ hiệu chỉnh mô hình Wetspa của khu vực. Lượng bổ cập tính trung bình đối với khu vực trầm tích có nguồn gốc gió biển trung bình 204,76 mm/năm, đối với khu vực trầm tích là sét, sét pha lượng bổ cập trung bình 7,48 mm/năm, đối với khu vực đất đá bazan phong hóa lượng bộ cập trung bình 12,59 mm/năm.

1.1.2 Thí nghiệm thấm seepage

a. Cơ sở lý thuyết

Bộ dụng cụ thấm rỉ seepage được áp dụng từ những năm 1940 khi các nhà khoa học Israelson và Reeve nghiên cứu sự mất nước của các kênh tưới (1944) và được phát triển vào những năm 1970 để xác định lượng thấm rỉ cho các hồ chứa (McBridge và Plannkuch, 1975; Lee, 1977; John và Lock; 1977; Lee và Cherry, 1978). Dụng cụ thấm seepage còn được sử dụng nhiều khi nghiên cứu lượng thấm tại các con sông, vùng ven biển hay các hồ chứa lớn (Lee và Hynes (1978), Woessner (1984); Libelo và MacIntyre (1994); Cey và n.n.k (1998) và Landon và nnk (2001) .v.v..

Phương pháp xác định sự thấm rỉ seepage được xác định bằng cách dùng một dụng cụ hình trụ, phần phía dưới không có đáy, phía trên là nắp kín được nối với một túi nhựa qua một van ở phần rìa.

Khi tiến hành thí nghiệm, ấn từ từ bộ dụng cụ hình trụ xuống đáy sông cho đến khi phần nắp của bộ dụng cụ cách đáy khoảng 2cm. Bộ dụng cụ thí nghiệm được lắp hơi nghiêng và xoay phần nắp van về phía cao giúp cho không khí trong dụng cụ dễ dàng thoát ra ngoài qua van. Đánh số các dụng cụ thí nghiệm và các túi nhựa, đưa vào mỗi túi nhựa một lượng nước cho trước trước khi nối các túi nhựa vào van của bộ dụng cụ thí nghiệm. Sau một thời gian thí nghiệm *t*, đóng van nối giữa túi nhựa với dụng cụ seepage và xác định sự biến đổi thể tích nước trong túi nhựa. Lượng nước thấm được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{(V_1 - V_0)}{t.F}$$

trong đó:

Q: lượng thấm

V_0: thể tích nước cho vào túi nhựa;

V_1: thể tích nước trong túi nhựa sau khi thí nghiệm;

t: thời gian tiến hành thí nghiệm;

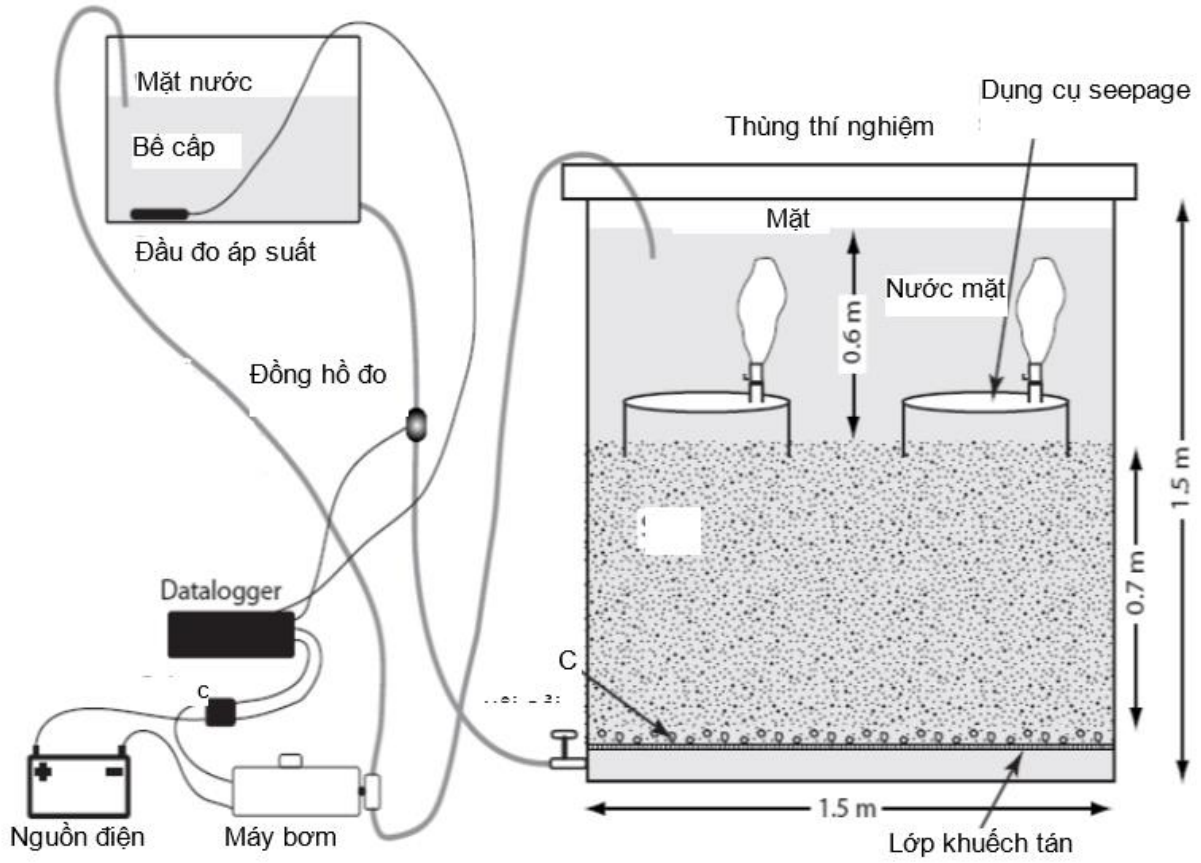
F: diện tích mặt cắt của bộ dụng cụ.

Thể tích nước (V_1-V_0) có dấu (-) khi lượng nước mất đi, có dấu (+) khi lượng nước được bổ xung, tương tự với Q có dấu (-) khi lượng nước thấm xuống đáy sông và mang dấu (+) khi lượng nước cấp lên túi.

Hầu hết các sai số trong quá trình thí nghiệm thấm rỉ đáy sông seepage chủ yếu bị ảnh hưởng do quá trình lắp đặt bộ dụng cụ thấm dó vào đáy sông. Trong quá trình lắp đặt, nếu bộ dụng cụ không được điều chỉnh sao cho phần đặt van ở vị trí cao nhất thì không khí tích tụ và giảm độ thấm rỉ. Các kết quả đo sự thấm rỉ cũng bị giảm xuống nếu phần nắp của bộ dụng cụ thí nghiệm bị ấn sát với đáy của sông, hồ. Trong trường hợp này, kết quả đo lượng nước thoát ra sẽ không còn chính xác.

Đây là một dạng thí nghiệm khá đơn giản, không tốn kém được sử dụng để xác định trực tiếp lượng nước cung cấp cho sông. Dạng thí nghiệm này có ưu điểm đó là không cần làm thí nghiệm xác định tính thấm của lớp trầm tích đáy sông. Lượng nước thu được sau khi thí nghiệm có thể được sử dụng để phân tích thành phần hóa học để nghiên cứu thành phần của nguồn nước cung cấp cho nước mặt.

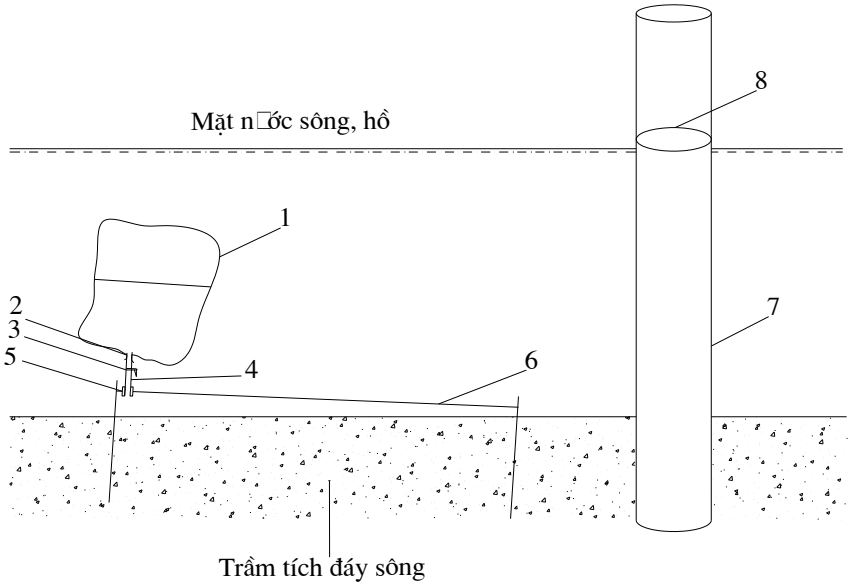
Phương pháp thí nghiệm xác định thấm rỉ đã được các nhà khoa học kiểm chứng bằng các thí nghiệm trong phòng (Israelson và Reeve (1944), McBridge và Plannkuch (1975); Lee và Cherry (1978), Cey và n.n.k (1998) và Landon và nnk (2001)). Thí nghiệm kiểm chứng độ chính xác đã được tiến hành trong các bể có kích thước lớn. Trong thời gian gần đây, Cey và nnk (1998) và Landon và nnk đã tiến hành thí nghiệm trong các thùng thí nghiệm có kích thước dài x rộng x cao là 1,5mx1,5x1,5m. Mẫu đất sử dụng trong thí nghiệm được lấy ở đáy sông tại các vị trí tiến hành thí nghiệm seepage cần so sánh đối chứng. Lượng nước cấp cho phần nước mặt và cấp cho phần mẫu đất qua đáy của thùng thí nghiệm được đo bằng các đầu tự động (dataloger) và đồng hồ đo. Thí nghiệm kiểm chứng mức độ chính xác của thí nghiệm seepage được bố trí trong hình vẽ 1.



Hình 3 Mô tả thí nghiệm seepage trong phòng

b. Nguyên lý cấu tạo bộ dụng cụ thí nghiệm

Trong mấy chục năm qua, các nhà khoa học đã đưa ra những thiết kế khác nhau của bộ dụng cụ thấm seepage nhằm hạn chế tối đa các sai số có thể gây ra do bộ dụng cụ và giúp thuận lợi hơn trong quá trình làm thí nghiệm. Tuy nhiên, hầu hết các bộ dụng cụ đều có cấu tạo chính giống như thiết kế mà Lee (1977) đưa ra, bao gồm phần chính là phần hình trụ hoặc hình hộp chữ nhật (Paulsen và nnk, 2001) có nắp phía trên được khoan một lỗ nhỏ để lắp đặt đầu nối với một ống nhựa, đầu kia của ống nhựa sẽ được nối với túi nhựa, trên ống được lắp một van để đóng mở khi lắp đặt thí nghiệm.



Hình 4 Mô phỏng thí nghiệm xác định thấm rỉ đáy sông

1 - Túi nhựa dung tích 2500ml *2 - Măng sông cao su*

3 - Khóa đóng mở đường kính 0.6cm *4 - Ống nhựa dẻo chiều dài 6cm*

5 - Đầu nối từ bộ dụng cụ với ống nhựa, đường kính 1cm

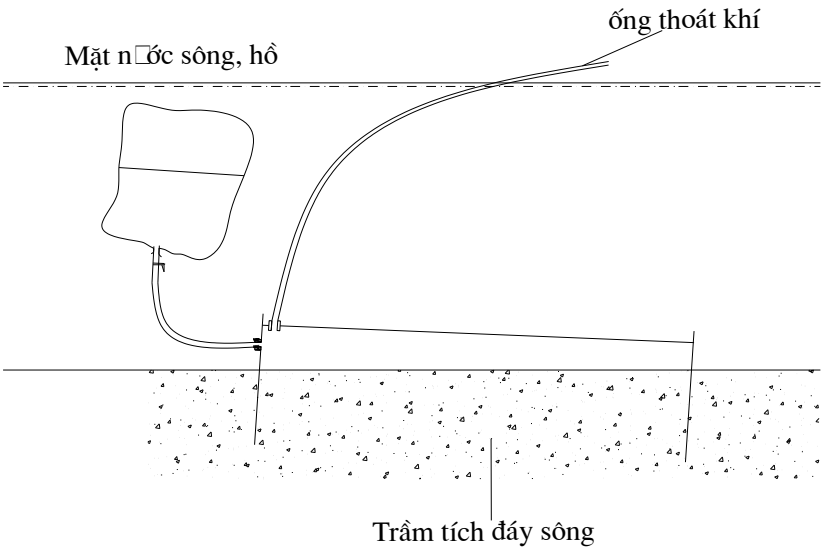
6 - Hình trụ kim loại đường kính 60cm

7 - Dụng cụ xác định mực nước đáy sông, đường kính 40mm

8 - Mực nước trong dụng cụ

Dụng cụ thí nghiệm seepage có thể được bố trí thêm ống thoát không khí ở trên nắp nhằm đưa toàn bộ lượng không khí ra ngoài sau quá trình lắp đặt bộ dụng cụ (hình 3)

Hình 5 Dụng cụ thí nghiệm thấm rỉ có bố trí lỗ thoát khí



Hình 6 Cách bố trí dụng cụ thí nghiệm thấm rỉ có bố trí lỗ thoát khí

Các dụng cụ seepage có thể được bố trí các quai xách ở phía trên nắp để dễ dàng khi đặt các dụng cụ xuống đáy sông (hình ...). Các quai xách thường được làm bằng các thanh thép uốn cong và hàn trực tiếp trên thùng thí nghiệm. Phần nắp của thùng thí nghiệm (6) có thể được hàn trực tiếp với phần thân hoặc có thể tháo rời để thuận tiện và dễ dàng hơn đồng thời

hạn chế làm biến đổi bề mặt đáy sông khi lắp đặt và kết thúc thí nghiệm. Phần nắp của thùng thí nghiệm và quai xách thường được sơn màu để dễ phát hiện hơn khi đặt dưới nước, đặc biệt khi thí nghiệm trong nước đục.

Lỗ thông khí có thể đặt ở trên nắp hoặc tại vị trí bên thành sát với nắp của thùng Ống thông khí được nối từ lỗ thông khí và thông với không khí trên mặt nước nhằm đưa hết không khí ra khỏi thùng thí nghiệm. Việc bố trí ống thông khí đặc biệt có ý nghĩa khi tiến hành thí nghiệm tại các vùng nước nông, hạn chế không khí từ dưới đất vào túi nhựa (1) và đảm bảo túi nhựa đựng nước luôn chìm trong nước.

Túi nhựa (1) thường được sử dụng bằng chất liệu mềm, dẻo và mỏng để đảm bảo cân bằng áp lực giữa nước trong thùng thí nghiệm và nước mặt bên ngoài. Trong trường hợp nước từ dưới đất thấm qua đáy sông, hồ vào thùng thí nghiệm thì một lượng nước sẽ bổ sung vào túi nhựa, mặt khác nếu lượng nước trong thùng thí nghiệm thấm xuống nước dưới đất qua bề mặt đáy thì nước trong túi nhựa sẽ mất đi và bổ sung cho lượng nước tiêu hao trong thùng thí nghiệm. Kích thước và dung tích của túi nhựa phụ thuộc vào mục đích và thời gian thí nghiệm nhằm hạn chế tối đa tổn thất áp lực. Trong các thí nghiệm, các nhà nghiên cứu đã đề xuất nên sử dụng các túi nhựa có chất liệu tương tự như túi đựng dung dịch truyền trong y tế. Đối với các thí nghiệm tiến hành trong thời gian dài, các túi nhựa có thể được đặt trong các dụng cụ bảo vệ như các ống PVC hở hoặc đặt trong các thùng bảo vệ có sự liên thông với nước mặt để hạn chế sai số và bảo vệ túi nhựa. Các thí nghiệm trong phòng đã chứng minh rằng các yếu tố như dòng chảy mặt, sóng sẽ làm giảm áp lực trong túi nhựa do đó giảm áp lực trong thùng thí nghiệm tới trên 1cm. Lượng tổn thất áp lực đó rất có ý nghĩa so với gradien áp lực tự nhiên và làm cho nước thấm ngược lên thùng thí nghiệm (Libelo và n.n.k 1994). Các số liệu thí nghiệm thấm rỉ tin cậy khi tiến hành thí nghiệm cho các vị trí có tốc độ dòng mặt nhỏ hơn 0,6m/s (ANCID, 2000).

Ống nhựa (4) nối túi nhựa và thùng thí nghiệm nên sử dụng chất liệu nhựa đủ khoẻ để tránh các ảnh hưởng do dòng nước gây ra. Đường kính của ống nhựa phải đủ lớn để hạn chế tổn thất áp lực do ma sát giữa nước và ống gây ra làm ảnh hưởng đến tốc độ dòng chảy. Các thí nghiệm trong phòng chứng minh rằng đường kính của ống nhựa tối thiểu bằng 7.9mm để hạn chế ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm (Fellows và Brezonik, 1980; Rosenberry và Morin, 2004).

Trên ống nhựa nối từ thùng thí nghiệm với túi nhựa nên bố trí một khoá đóng mở (3) gần với túi nhựa. Trong trường hợp không sử dụng các ống thoát khí, có thể dùng van tách thành hai đường, một đường nối với túi nhựa, một đường nối với ống thông khí đưa lên trên mặt nước.

c. Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

Phương pháp tiến hành thí nghiệm seepage được thực hiện theo trình tự sau:

- Lựa chọn vị trí tiến hành thí nghiệm cho phù hợp. Nên chọn những vị trí có đáy bằng phẳng, không quá sâu (không nên sâu quá 60cm), không chọn những khu vực có tốc độ dòng chảy lớn, vật liệu đáy sông quá cứng, chứa nhiều sạn sỏi, lớp bùn sét cách nước đáy sông quá lớn hoặc có nhiều thực vật đáy sông hồ... sẽ gây ra những khó khăn khi đặt bộ dụng cụ thí nghiệm và gây ra các sai số. Như vậy, vị trí thuận lợi nhất cho tiến hành thí nghiệm seepage là các hồ, sông có sự vận động của dòng mặt không đáng kể, đáy sông là cát hoặc lớp bùn, sét không quá dầy.

- Đặt phần mặt thoáng của bộ dụng cụ thí nghiệm lên trên bề mặt đáy sông, hồ tại ví trí đã lựa chọn, hơi nghiêng bộ dụng cụ sao cho phần van bố trí trên nắp dụng cụ quay về phía cao nhất để không khí trong dụng cụ dể dàng thoát ra ngoài. Ấn đều và từ từ dụng cụ thí nghiệm xuống với tốc độ khoảng 1cm/s cho đến khi phần lắp dụng cụ cách bề mặt đáy 2cm thì dừng lại

- Phần nắp của thùng thí nghiệm không nên đặt quá cao so bề mặt của đáy sông, hồ sẽ gây ra hiệu ứng bình lưu (hiệu ứng Bernoulli) khi có tác động của các yếu tố tự nhiên tác động như sóng, dòng chảy hay hiện tượng thuỷ triều. Điều này giải thích các kết quả tính toán cho những dòng chảy bất thường vào dụng cụ thí nghiệm ở những vùng nước nông. (Shinn và n.n.k, 2002).

- Các thí nghiệm kiểm tra độ chính xác trong phòng đã chứng minh rằng các thùng thí nghiệm nên đặt đến độ sâu tương đương với bán kính của thùng đo là hiệu quả nhất, hạn chế việc thấm nước qua phần xung quanh của thùng thí nghiệm (Murdoch và Kelly, 2003).

- Đối với những vị trí có bề mặt đáy cứng thì có thể đưa bộ dụng cụ xuống chiều sâu lớn nhất có thể để hạn chế những ảnh hưởng của các dòng chảy rối nằm nông hoặc ảnh hưởng do dòng chảy mặt. Tuy nhiên, cần tránh đặt bộ dụng cụ quá sâu, phần nắp thùng nằm sát đáy hoặc

không nên đưa dụng cụ xuống quá nhanh làm xáo trộn phần đấy đá xung quanh thành của thùng thí nghiệm tạo điều kiện cho dòng chảy phát triển (Lee, 1977).

- Hạn chế các hoạt động xung quanh bộ dụng cụ thí nghiệm trong quá trình lắp đặt và vận hành thí nghiệm. Các thí nghiệm sử dụng đầu đo logger để xác định áp suất bên trong dụng cụ thí nghiệm đã chứng minh rằng việc đi lại hoặc đứng gần các dụng cụ thí nghiệm cũng làm thay đổi áp suất bên trong dụng cụ thí nghiệm và là nguyên nhân gây ra các dòng chảy tự nhiên vào dụng cụ thí nghiệm (theo Rosenberry và Morin, 2004).

- Tính toán lượng thời gian từ khi kết thúc việc đặt bộ thí nghiệm và thời gian bắt đầu thí nghiệm đủ để áp lực bên trong thùng thí nghiệm và áp lực của nước mặt bên ngoài cân bằng với nhau. Các thí nghiệm trong phòng chứng minh rằng áp lực cân bằng tới 80% trong vòng 10 phút đầu tiên (Cherkauer and McBride, 1988; Cable và n.n.k, 1997) do đó khi tiến hành cần phải đợi cho áp lực ổn định trước khi bắt đầu thí nghiệm từ 10 đến 15 phút (Landon và n.n.k, 2001);

- Đánh dấu các vị trí đặt thùng thí nghiệm bằng việc đóng các cọc nhỏ trên bờ hoặc bên cạnh vị trí thí nghiệm;

- Đổ một lượng nước xác định vào túi nhựa trước khi nối túi với các thùng thí nghiệm. Lượng nước được đổ vào túi phải phù hợp với điều kiện thấm của khu vực, không nên cho quá nhiều hoặc quá ít nước vào túi, lượng nước nên chiếm khoảng 50% dung tích của túi (Shaw and Prepas, 1989; Blanchfield and Ridgeway, 1996).

- Trước khi gắn ống và túi nhựa với thùng thí nghiệm cần đảm bảo nước trong túi nhựa đã cân bằng áp lực với nước mặt bên ngoài. Việc này được tiến hành bằng cách đưa từ từ phần túi nhựa xuống nước, mở van và quay phần ống nối với thùng thí nghiệm lên trên mặt nước nhằm đưa hết khí bên trong túi nhựa ra ngoài, tuy nhiên cần chú ý không để cho nước trong túi ra ngoài. Sau đó, nối ống và túi nhựa vào thùng thí nghiệm. Trong trường hợp sử dụng các túi nhựa có lắp van một chiều, trước và trong khi thí nghiệm cần mở van một chiều để cho không khí trong túi nhựa thoát ra ngoài.

- Khi nối ống nhựa với đầu nối (5) nắp trên thùng thí nghiệm cần chú ý loại bỏ hết không khí trong ống nhựa bằng cách dìm túi và ống nhựa xuống dưới mặt nước để không khí thoát ra ngoài. Khi lắp ống nhựa với thùng thí nghiệm cần tránh để cho ống nhựa bị xoắn, gấp khúc làm sai lệch kết quả thí nghiệm (Murdoch và Kelly, 2003). Trong trường hợp tiến hành

thí nghiệm trong khi có sự dịch chuyển của dòng mặt cần đặt các vật nặng (các khối bê tông, gạch...) lên trên nắp thùng thí nghiệm để tránh bị di chuyển do dòng chảy gây ra.

- Sau khi đã nối túi nhựa với thùng thí nghiệm qua ống và đặt túi nhựa vào thùng bảo vệ trong trường hợp cần thiết ta có thể bắt đầu thí nghiệm. Thí nghiệm được bắt đầu sau khi mở van, chú ý theo dõi thời gian bắt đầu thí nghiệm.

- Sau một khoảng thời gian thí nghiệm, kết thúc thí nghiệm bằng cách đóng van trên ống nhựa và ghi lại thời gian thí nghiệm. Thời gian thí nghiệm phục thuộc vào đặc điểm thấm của khu vực thí nghiệm và có thể biến đổi từ vài chục phút cho đến vài ngày, do vậy nên tiến hành thí nghiệm thử trước khi tiến hành thí nghiệm đồng loạt. Lượng nước thay đổi trong túi nhựa phải đảm bảo tối thiểu là 50ml, tránh hiện tượng các túi nhựa được bổ sung đến dung tích tối đa của túi cũng như nước bị rút hết ra khỏi túi sau thời gian thí nghiệm (Murdoch and Kelly, 2003).

- Tháo ống nhựa ra khỏi đầu nối với thùng thí nghiệm và xác định thể tích nước trong túi bằng xi lanh hoặc các ống đo thể tích. Cũng có thể xác định bằng cách cân trọng lượng của túi và nước trước và sau thí nghiệm, dựa vào tỷ trọng của nước có thể tính toán được thể tích nước ban đầu và sau khi kết thúc.

2.1.3 Kết quả thí nghiệm thấm zỉ ven sông tại vùng đồng bằng Gio Linh

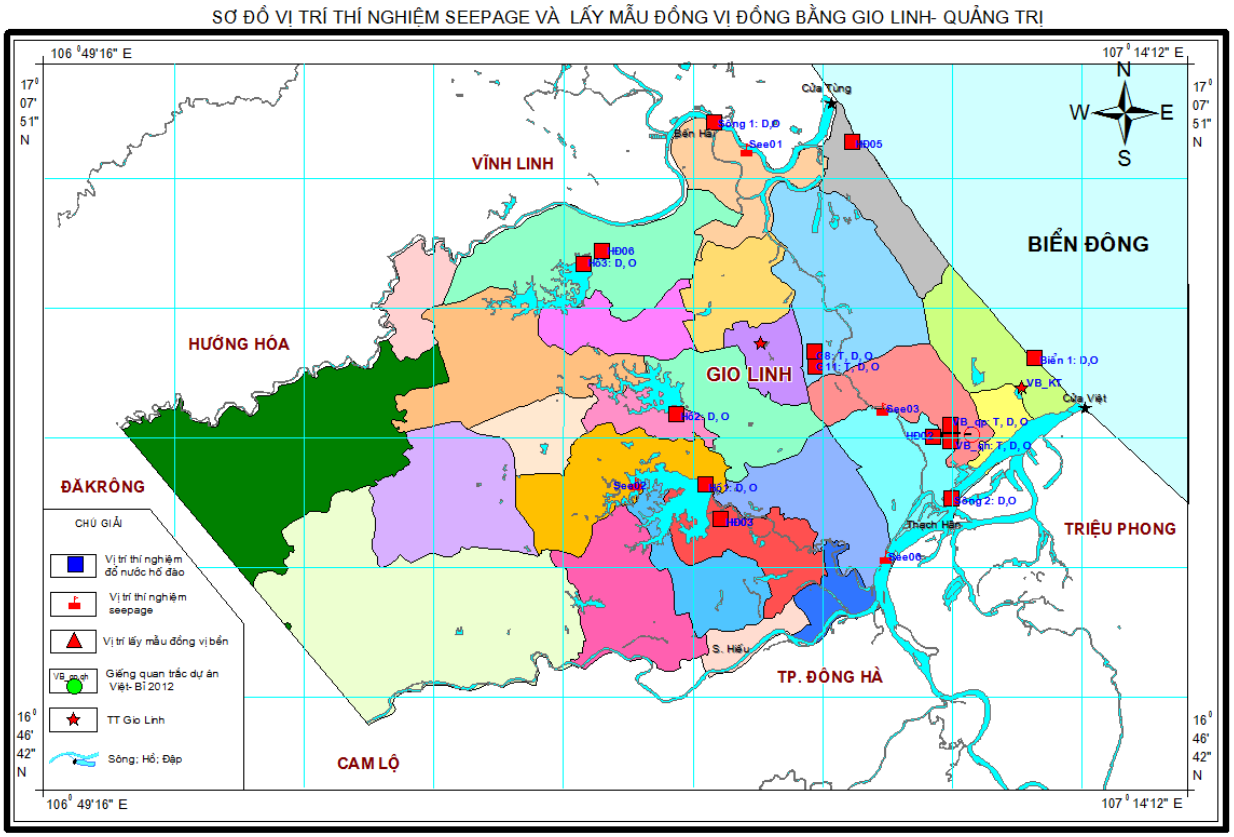
Để tiến hành thí nghiệm xác định quan hệ thủy lực giữa nước dưới đất và nước mặt sông Thạch Hãn, Bến Hải, Cánh Hòm và hồ Trúc Kinh, vị trí các điểm thí nghiệm được lựa chọn dựa trên những nguyên tắc sau:

- Phân bố dọc theo bờ tả ngạn sông Thạch Hãn từ khu vực Trạm KTTV Cửa Việt đến cầu Hiếu Giang trên sông Hiếu; hữu ngạn sông Bến Hải từ vị trí gần tiếp giáp sông cụt tại xã Sơn Hải đến khu vực gần cầu Hiền Lương; tại sông Cánh Hòm từ điểm đầu, giữa, cuối sông; tại hồ Trúc Kinh thực hiện tại vị trí gần cửa xả phục vụ tưới cho nông nghiệp.

- Chiều sâu đáy sông thoải đảm bảo tiến hành lắp đặt thiết bị và cho kết quả thí nghiệm chính xác;
- Không bị ảnh hưởng bởi các dòng chảy cục bộ như sông nhánh, những hệ thống thoát nước ra sông;
- Thành phần thạch học đáy sông đồng nhất, không lẫn cuội sỏi, gạch vỡ, không có cây và dễ cây;

- Mực nước sông tại vị trí thí nghiệm phải làm ngập bộ dụng cụ thí nghiệm và thuận tiện thao tác, thông thường chọn những vị chí có chiều sâu mực nước khoảng 60cm.

Quá trình khảo sát đợt thí nghiệm lựa chọn được 24 điểm để tiến hành thí nghiệm. Trong số đó, tại các vị trí thí nghiệm được bố trí theo cụm, mỗi cụm gồm 4 điểm thí nghiệm được bố trí theo dạng hình vuông, cách nhau 5m. Vị trí của khu vực nghiên cứu và các điểm tiến hành thí nghiệm được thể hiện trong hình số 5, 6. Danh sách các vị trí thí nghiệm được trình bày chi tiết trong phần phụ lục.



Hình 7 Sơ đồ vị trí bãi thí nghiệm

c. Kết quả thí nghiệm

Thí nghiệm seepage được tiến hành tại 6 điểm, mỗi điểm bố trí 4 thùng phuy thí nghiệm dưới dạng hình vuông. Số liệu tính toán của các thí nghiệm được thể hiện trong bảng số 1.

Bảng 3 Kết quả thí nghiệm thấm rỉ tại đồng bằng Gio Linh

STT	Số hiệu thí nghiệm	X	Y	Thời gian TN (giờ)	V_0 (ml)	V_1 (ml)	V_1-V_0 (ml)	Q (ml/m2.ngày)
A	Vị trí hữu ngạn sông Bến Hải gồm 01 điểm ký hiệu Seepage 01							
1	S01_1	721.051	1.880.559	2	1000	540	-460	-37,57

2	S01_2	721.050	1.880.559	2	1000	720	-280	-22,87
3	S01_3	721.046	1.880.558	1,76	1000	980	-20	-1,86
4	S01_4	721.048	1.880.558	1,92	1000	650	-350	-29,78
B	Vị trí tả ngạn sông Thạch Hãn- sông Hiếu gồm 03 điểm ký hiệu: Seepage 04, Seepage 05, Seepage 06							
5	S04_1	726.320	1.870.575	2,75	1000	970	-30	-1,78
6	S04_2	726.322	1.870.575	2,75	1000	785	-215	-12,77
7	S04_3	726.325	1.870.577	2,75	1000	760	-240	-14,26
8	S04_4	726.318	1.870.576	2,75	1000	890	-110	-6,53
9	S05_1	729.014	1.867.596	3,08	1000	1020	20	+1,06
10	S05_2	729.014	1.867.596	3,08	1000	1050	50	+2,65
11	S05_3	729.014	1.867.596	3,08	1000	1075	75	+3,97
12	S05_4	729.014	1.867.596	3,08	1000	1015	15	+0,79
13	S06_1	731.044	1.869.376	3,58	1000	1150	150	+6,84
14	S06_2	731.044	1.869.376	3,58	1000	1085	85	+3,88
15	S06_3	731.044	1.869.376	3,58	1000	1120	120	+5,47
16	S06_4	731.044	1.869.376	3,58	1000	1220	220	+10,03
C	Vị trí sông Cánh Hòm gồm 02 điểm ký hiệu: Seepage 03, Seepage 07							
17	S03_1	726.320	1.870.575	2,08	1000	107	-893	-70,03
18	S03_2	726.320	1.870.575	1,92	1000	0	-1000	-85,24
19	S03_3	726.320	1.870.575	2,08	1000	525	-475	-37,25
20	S03_4	726.320	1.870.575	2,17	1000	400	-600	-45,24
21	S07_1	721.991	1.877.277	2,00	1000	255	-745	-60,85
22	S07_2	721.991	1.877.277	2,00	1000	315	-685	-55,95
23	S07_3	721.991	1.877.277	2,00	1000	305	-695	-56,77
24	S07_4	721.991	1.877.277	2,00	1000	275	-725	-59,22
D	Vị trí hồ Trúc Kinh gồm 01 điểm ký hiệu: Seepage 02							
25	S02_1	716776	1867684	3,48	1000	420	-580	-27,20
26	S02_2	716776	1867684	3,40	1000	900	-100	-4,80
27	S02_3	716776	1867684	3,42	1000	300	-700	-33,47
28	S02_4	716776	1867684	3,42	1000	520	-480	-22,93

Ghi chú:

V_0: thể tích nước trước khi thí nghiệm.

V_1: thể tích nước sau khi thí nghiệm (ml)

Q: dấu "-" Lượng nước sông, hồ cấp cho nước dưới đất (ml/m^2.ngày)
dấu "+" Lượng nước dưới đất cấp cho sông (ml/giờ.m^2)

Bảng 4 Hệ số thấm theo phương thẳng đứng được xác định

STT	Số hiệu thí nghiệm	X	Y	K (m/d) theo phương thẳng đứng	K (m/d) theo phương ngang
A	Vị trí hữu ngạn sông Bến Hải gồm 01 điểm ký hiệu Seepage 01			0,0152	0,1516
1	S01_1	721.051	1.880.559	0,0216	0,2164
2	S01_2	721.050	1.880.559	0,0132	0,1317
3	S01_3	721.046	1.880.558	0,0011	0,0107
4	S01_4	721.048	1.880.558	0,0172	0,1715
B	Vị trí tả ngạn sông Thạch Hãn sông Hiếu gồm 03 điểm ký hiệu: Seepage 04, Seepage 05, Seepage 06			0,0011	0,0107
5	S04_1	726.320	1.870.575	0,0010	0,0103
6	S04_2	726.322	1.870.575	0,0074	0,0736
7	S04_3	726.325	1.870.577	0,0082	0,0821
8	S04_4	726.318	1.870.576	0,0038	0,0376
9	S05_1	729.014	1.867.596	0,0006	0,0061
10	S05_2	729.014	1.867.596	0,0015	0,0153
11	S05_3	729.014	1.867.596	0,0023	0,0229
12	S05_4	729.014	1.867.596	0,0005	0,0046
13	S06_1	731.044	1.869.376	0,0039	0,0394
14	S06_2	731.044	1.869.376	0,0022	0,0223
15	S06_3	731.044	1.869.376	0,0032	0,0315
16	S06_4	731.044	1.869.376	0,0058	0,0578
C	Vị trí sông Cánh Hòm gồm 02 điểm ký hiệu: Seepage 03, Seepage 07			0,0334	0,3341
17	S03_1	726.320	1.870.575	0,0403	0,4034
18	S03_2	726.320	1.870.575	0,0491	0,4910
19	S03_3	726.320	1.870.575	0,0215	0,2145
20	S03_4	726.320	1.870.575	0,0261	0,2606
21	S07_1	721.991	1.877.277	0,0351	0,3505
22	S07_2	721.991	1.877.277	0,0322	0,3223
23	S07_3	721.991	1.877.277	0,0327	0,3270
24	S07_4	721.991	1.877.277	0,0341	0,3411
D	Vị trí hồ Trúc Kinh gồm 01 điểm ký hiệu: Seepage 02			0,0144	0,1444
25	S02_1	716776	1867684	0,0157	0,1567

26	S02_2	716776	1867684	0,0028	0,0277
27	S02_3	716776	1867684	0,0193	0,1928
28	S02_4	716776	1867684	0,0132	0,1321

Nhận xét:

Dựa vào kết quả của các thí nghiệm tại 28 vị trí khác nhau dọc theo các con sông Bến Hải, Thạch Hãn, sông Hiếu, Cánh Hòm, hồ Trúc Kinh trong đợt tháng 8 năm 2017 cho thấy rằng tại hầu hết các vị trí có nguồn nước mặt cung cấp cho nước dưới đất. Đặc biệt, tại 03 vị trí trên sông Thạch Hãn đoạn từ thôn Lâm Xuân đến Cửa Việt có kết quả là nước dưới đất cung cấp cho nước sông. Tại khu vực trung tâm đồng bằng Gio Linh, đoạn sông Cánh Hòm chảy cắt ngang đồng bằng, nước sông luôn cung cấp cho nước dưới đất, với lượng dao động từ 37,25 ml/m^2.ngày đến 85,24 ml/m^2.ngày. Khu vực sông Bến Hải, hàng ngày nước sông cấp nước dưới đất 23,02 ml/m^2.ngày. Hồ Trúc Kinh nước hồ cấp cho nước dưới đất một lượng trung bình 22,10 ml/m^2.ngày.

Từ đây có thể thấy rằng, sức cản trầm tích lòng sông khu vực đồng bằng Gio Linh tương đối lớn, hệ số thấm trung bình theo phương thẳng đứng tại lòng sông, hồ từ 0,0058 đến 0,049 m/ngày. Hướng vận động nước dưới đất từ phía Bắc, Tây Bắc xuống phía Nam và Đông Nam. Tại vị trí sông Thạch Hãn, nước ngầm có quan hệ thủy lực trực tiếp với sông, cụ thể nước ngầm luôn cấp cho sông Thạch Hãn đoạn qua thôn Lâm Xuân đến Cửa Việt với lưu lượng trung bình là 7.557 m^3/ngày.

1.2 Mối quan hệ nước mưa với nước dưới đất bằng phương pháp cân bằng Clo

a. Cơ sở lý thuyết:

Phương pháp cân bằng Clo, viết tắt là CMB (Chloride Mass Balance) sử dụng hàm lượng ion Clo trong các nguồn nước khác nhau để xây dựng các phương trình cân bằng và tính toán giá trị bổ cập cho tầng chứa nước.

Wilson and Guan, 2004 [10] khi nghiên cứu bổ cập đã chỉ ra rằng, để có được một sự hiểu biết thấu đáo về quản lý nguồn nước, nhu cầu cần thiết phải biết được tốc độ bổ cập hàng năm của các nguồn nước cũng như sự thay đổi theo không gian và thời gian của các thông số thủy lực. Do vậy, việc tính toán giá trị bổ cập cũng như tốc độ thấm của các nguồn nước cho nước dưới đất cần phải được coi trọng.

Các phương pháp truyền thống được áp dụng để xác định thông số địa chất thuỷ văn cho một khu vực nghiên cứu, nhưng các thông số đó thật khó để đo đạc và mô hình hóa quá trình

bốc hơi, di chuyển nước từ các dòng mặt và thảm thực vật, rễ cây... trong khi các phương pháp đánh dấu (tracer) sử dụng các thông số có thể đo được trực tiếp các hàm lượng, thành phần hoá học, thành phần đồng vị, lưu lượng, tuổi. Do vậy mà các phương pháp đánh dấu không chỉ mang lại giá trị kinh tế, chi phí thấp mà còn là phương pháp tin cậy cao trong việc tính toán giá trị bổ cập và xác định các thông số địa chất thuỷ văn và đặc điểm dòng chảy trong phạm vi lưu vực sông.

Những nghiên cứu sớm nhất và có ý nghĩa về sử dụng phương pháp cân bằng Clo liên quan tới việc đo hàm lượng Clo trong nước mưa, nước sông và nước ngầm đã được thực hiện bởi Wood (1924) [11], Anderson (1945) [1] and Eriksson (1960). Eriksson (1960) [2] đã tiến hành phân tích hàm lượng Clo trong nước sông và trong các dòng chảy trong mối quan hệ với hàm lượng Clo trong không khí và trong nước mưa để tính được giá trị bổ cập của nước ngầm cho nước sông và ngược lại. Từ sau năm 1969, việc ứng dụng phương pháp được đẩy mạnh khi mà hàng loạt các nhà khoa học sử dụng để nghiên cứu cho các vùng địa hình với các đặc điểm khí hậu khác nhau như vùng khô hạn, vùng đồng bằng trước núi, đặc biệt là tính toán trong đới thông khí. Điển hình là Wood (1999) [12]. Ông đã đưa ra phương trình cân bằng cho việc tính toán lượng bổ cập của nước mưa cho nước ngầm liên quan tới việc nghiên cứu mực nước ngầm và các dòng chảy trong đới thông khí. Theo đó, phương trình cân bằng giữa hàm lượng Clo trong nước mưa và nước ngầm tầng chứa nước Holocen được thiết lập như sau:

$$P = R^*(Cl_p/Cl_{gw}) \qquad (1)$$

Trong đó: P: lượng bổ cập của nước mưa cho nước ngầm tầng chứa nước Holocen (mm/năm); R: lượng mưa trung bình năm (mm/năm); Cl_p: hàm lượng Clo trong nước mưa (mg/l); Cl_{gw}: hàm lượng Clo trong nước ngầm tầng chứa nước Holocen (mg/l).

Cũng trong khoảng thời gian ấy, một loạt các nghiên cứu cũng đã được thực hiện ở các vùng khác nhau của Mỹ Russell and Minor, 2002 [6].

CMB không chỉ được sử dụng một cách rộng rãi để tính toán giá trị bổ cập cũng như tốc độ thấm mà nó còn được coi là một trong những phương pháp hiện đại để giải quyết các bài toán liên quan tới sự bổ cập cho nước dưới đất. Sở dĩ như vậy là bởi chính do bản chất "trơ" của ion này (conservative nature) [5]. Trong phạm vi đới thông khí, nó được thấm qua đới thông khí đi vào tầng chứa nước cùng với sự thấm thẳng đứng của nước mưa, một mặt không bị hấp thụ bởi các vật liệu trầm tích kể cả vật liệu hữu cơ, mặt khác nó không tham gia bất cứ phản ứng hoá học nào trong suốt quá trình thấm.

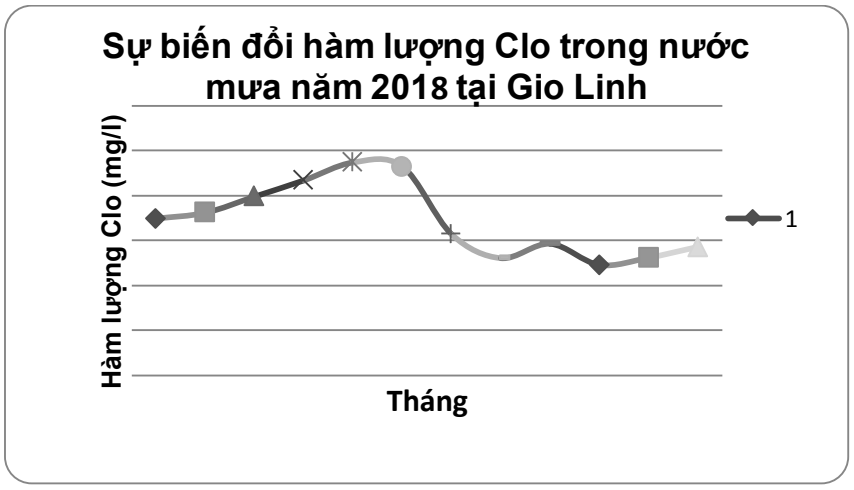
Trên cơ sở nhận thấy tính hữu ích của phương pháp, cùng với các số liệu đo hàm lượng Clo trong nước mưa theo tháng, và nước ngầm theo mùa cũng như các số liệu về khí tượng thủy văn ở khu vực nghiên cứu trong thời gian 3 năm từ 2016 2018, chúng tôi lựa chọn phương pháp này để tính toán lượng bổ cập của nước mưa cho nước ngầm tầng chứa Holocen trên bằng việc sử dụng phương trình cân bằng Clo đã nêu ở trên.

b. SỰ BIẾN ĐỔI HÀM LƯỢNG Clo THEO THỜI GIAN

1. Hàm lượng Clo trong nước mưa

Trong khu vực nghiên cứu có các trạm khí tương Đông Hà, Trạm thuỷ văn Cửa Việt. Kết quả nghiên cứu được sử dụng mẫu nước mưa thu thập tại trạm Cửa Việt vào các năm 2015, 2016, 2017 và 2018.

Kết quả phân tích hàm lượng Clo cũng như của các ion chính khác trong các mẫu nước mưa được thu thập theo tháng. Hình 2 trình bày sự biến đổi hàm lượng Clo theo các tháng trong năm 2018. Qua đó cho thấy có sự biến đổi rõ rệt hàm lượng Clo theo mùa mưa và mùa khô. Bên cạnh đó, hàm lượng Clo giữa các tháng trong mùa mưa hầu như không có sự biến đổi mạnh và chỉ dao động trong khoảng hẹp vào cỡ 2,18 – 2,98 mg/l, trung bình là khoảng 2,68mg/l (Bảng 1). Trong khi đó, hàm lượng Clo giữa các tháng trong mùa khô lại có sự biến đổi mạnh hơn với mức dao động lớn hơn từ 3,46 – 3,99 mg/l, trung bình vào 3,72 mg/l. Hàm lượng Clo trong nước mưa tính trung bình theo mùa trong các năm 2015 2018 và trung bình theo mùa trong cả 4 năm được trình bày trong bảng 1.



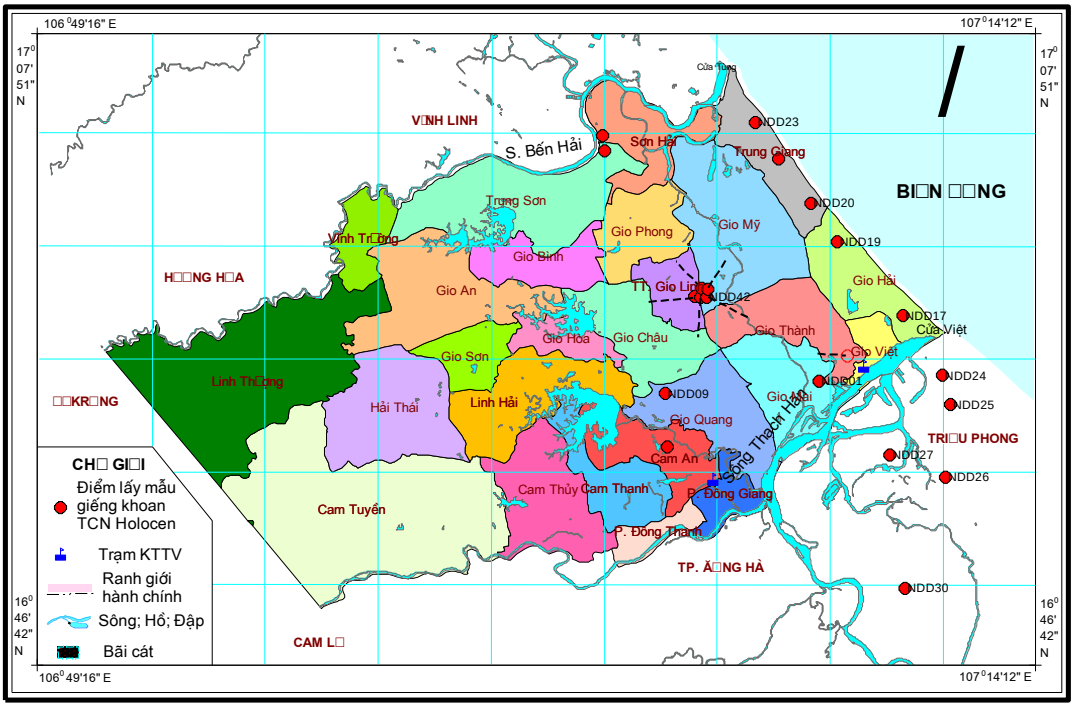
Hình 8 Sự biến đổi hàm lượng Clo trong nước khu vực Gio Linh, Quảng Trị

Bảng 5 Hàm lượng Clo trong nước mưa khu vực Gio Linh theo mùa trong các năm 2015 2018, mg/L

Năm	2015	2016	2017	2018	Trung bình mùa
Mùa mưa	2,18	2,86	2,98	2,70	2,68
Mùa khô	3,46	3,68	3,75	3,99	3,72
Trung bình năm	2,82	3,27	3,37	3,35	

2. Hàm lượng Clo trong nước ngầm tầng Holocen

Hàm lượng Clo trong nước ngầm tầng chứa Holocen được lấy mẫu và phân tích tại các vị trí giếng khoan và giếng đào hộ gia đình trong khu vực Gio Linh theo các đợt lấy mẫu của 3 năm 2016 2018 [9] (sơ đồ vị trí Hình 3 và Bảng 2 thống kê kết quả phân tích). Theo đó, hàm lượng clo trong nước ngầm tầng chứa Holocen tính trung bình theo mùa trong các đợt lấy mẫu này được tính toán là 37,51 mg/l đối với mùa mưa và 39,61 mg/l đối với mùa khô. Mặt khác nhìn vào hình trình bày sự biến đổi hàm lượng Clo theo thời gian trong các đợt lấy mẫu của 3 năm 2016 2018, có thể thấy, có sự biến đổi khá rõ hàm lượng Clo theo mùa mưa và mùa khô.



Hình 9 Sơ đồ vị trí lấy mẫu phân tích hàm lượng Clo trong tầng chứa nước Holocen khu vực Gio Linh

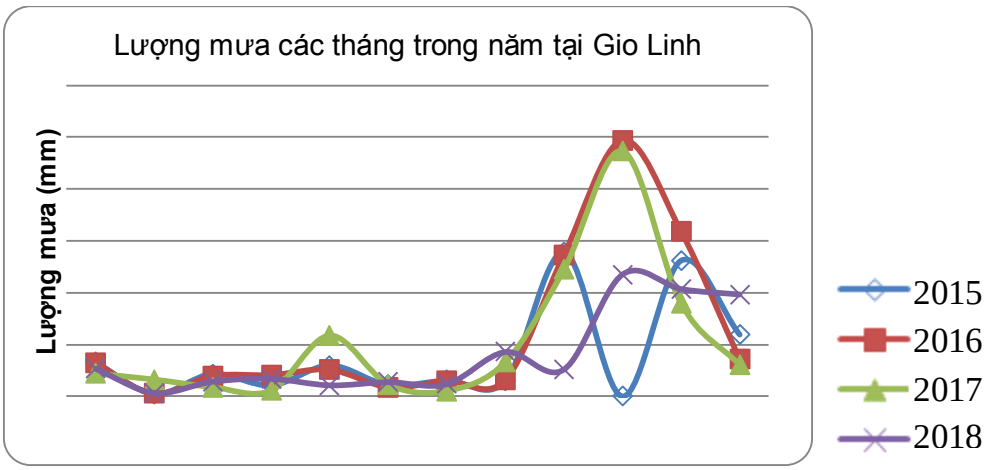
Bảng 6 Hàm lượng Clo trong các lỗ khoan của TCN Holocen

TT	Tên lỗ khoan	Hàm lượng Clo (mg/L)		
		Tháng 12 năm 2016	Tháng 3 năm 2017	Tháng 8 năm 2018

1	NDĐ 01	42,50	35,88	39,96
2	NDĐ08	207,40	203,42	216,1
3	NDĐ09	21,60	18,4	20,14
4	NDĐ12	10,60	8,07	9,16
5	NDĐ13	16,00	15,58	17,33
6	NDĐ17	31,90	29,66	30,62
7	NDĐ19	16,00	18,65	19,7
8	NDĐ20	11,30	13,55	13,99
9	NDĐ22	7,40	10,94	5,48
10	NDĐ23	7,10	6,97	5,98
	Trung bình	37,18	39,61	37,85
Trung bình mùa mưa		37.51		
Trung bình mùa khô		39.61		

3. Sự biến đổi lượng mưa theo thời gian

Lượng mưa ở Gio Linh phân phối không đều trong năm, hình thành hai mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa khô, bắt đầu và kết thúc không đồng bộ. Mùa mưa xuất hiện sớm hơn các khu vực phía Tây của tỉnh, thường bắt đầu từ tháng 8 và kết thúc tháng 12, mùa khô từ tháng 1 đến tháng 7 sang năm. Sự phân hóa giữa hai mùa mưa khô khá sâu sắc. Tại khu vực đồng bằng Gio Linh, tổng lượng mưa cả mùa mưa chiếm 65 80% tổng lượng mưa năm; trong khi đó, mùa khô chỉ chiếm 20 35%



Hình 10 Lượng mưa trung bình các tháng trong năm tại Gio Linh

Bảng 7 Lượng mưa trung bình theo mùa khu vực Gio Linh các năm 2015-2018

Năm	2015	2016	2017	2018	Trung bình
Mùa khô (mm)	495,3	498,3	514,8	389,4	474,5
Mùa mưa (mm)	1.377,5	2.378,1	2.047,7	1.552,6	1.839,0
Tổng năm (mm)	1.872,8	2.876,4	2.562,5	1.942,0	2.313,4

4. Kết quả tính toán

Áp dụng công thức (1) với giá trị các đại lượng được tính toán và kết quả tính toán giá trị bổ cậpđược nêu ra trong Bảng 3.

Bảng 8 Kết quả tính toán giá trị bổ cập tầng chứa nước Holocen bằng phương pháp cân bằng Clo

Các giá trị	Mùa mưa	Mùa khô
Hàm lượng Clo trung bình của nước mưa (mg/L)	2,68	3,72
Hàm lượng Clo trung bình của nước ngầm (mg/L)	37,51	39,61
Lượng mưa trung bình theo mùa (mm)	1.838,98	474,45
Lượng mưa trung bình theo tháng (mm)	367,15	67,78
Mức bổ cập theo tháng (mm)	27,65	6,37
Phần trăm đóng góp (%)	7%	9%
Mức bổ cập theo mùa (mm)	131,33	44,57
Lượng bổ cập tính cả năm (mm/năm)	175,90	

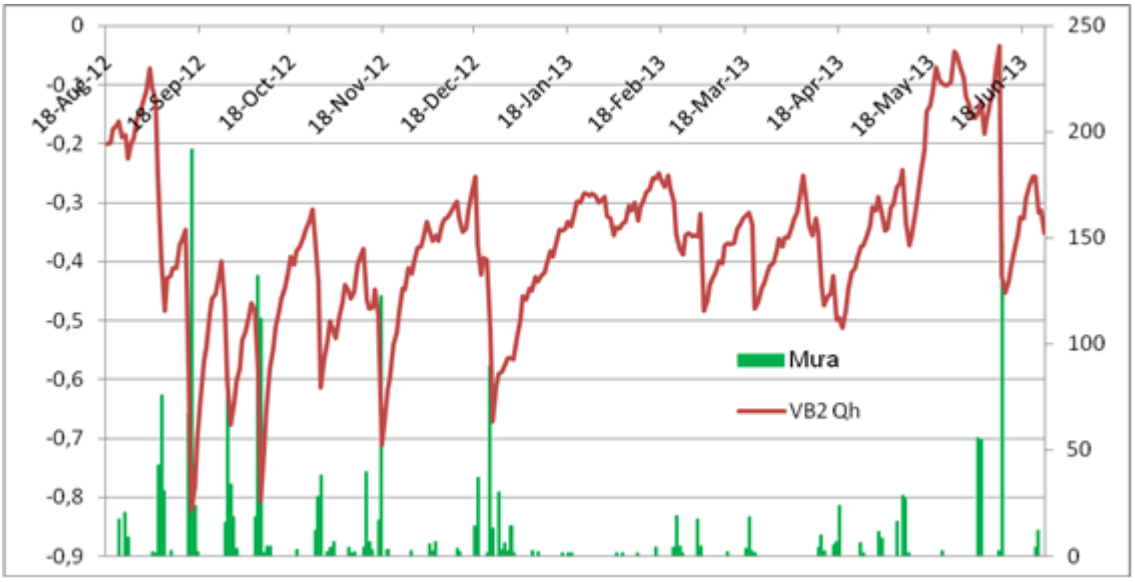
Kết quả tính ra là P = 175.90 mm/năm chính là lượng bổ cập của nước mưa cho nước ngầm tầng chứa Holocene tính trung bình trong 3 năm từ 2016 đến 2018.

Từ kết quả tính toán lượng bổ cập nói trên rút ra một số nhận xét như sau:

Giá trị bổ cập trung bình mùa mưa là 131,33 mm tương ứng 7,1% tổng lượng mưa mùa mưa, chiếm 75% tổng giá trị bổ cập cả năm, trong khi đó giá trị bổ cập mùa khô là 44,57 mm, tương ứng với 9% tổng lượng mưa mùa khô, chiếm 25% tổng giá trị bổ cập cả năm đến tầng chứa nước Holocen trong vùng nghiên cứu. Với diện tích lộ của tầng chứa nước Holocen là 195,5 km^2 thì lượng bổ cập quy đổi tính toán là 34.212.500 m^3/năm. Kết quả tính toán của Vũ Thanh Tâm và nnk [8] bằng việc sử dụng mô hình Wetpas lượng bổ cập cho vùng đồng bằng Gio Linh là 38.014.750 m^3/năm. Như vậy, sự khác biệt là không lớn của giữa các phương pháp với nhau.

Hiện tại, trong tầng chứa Holocen hiện đang khai thác gấp 1,08 lần giá trị cung cấp thấmgiá trị bổ cậpvào mùa khô và bằng 0,07 lần giá trị bổ cập vào mùa mưa [8]. Như vậy có

thể khẳng định rằng đang mực nước trong tầng chứa nước Holocen không hề bị suy giảm mà nó phụ thuộc vào lượng mưa theo các mùa trong năm. Điều này được thể hiện qua kết quả quan trắc mực nước dưới đất tầng chứa nước Holocen (qh) với kết quả đo mưa trong khu vực Gio Linh năm 2017 như hình 5 dưới đây:



Hình 11. Mối quan hệ nước mưa với nước dưới đất tầng chứa nước Holocen năm 2016 2017

Nhận xét:

Bằng việc sử dụng phương pháp cân bằng Clo kết hợp với kết quả khảo sát, quan trắc thực địa, nghiên cứu này đã tính toán được giá trị bổ cập tự nhiên cho tầng chứa nước Holocen khu vực Gio Linh, Quảng Trị. Tổng giá trị bổ cập cho tầng chứa nước Holocen khu vực nghiên cứu trung bình là 175 mm/năm chiếm 8% tổng lượng mưa, trong đó mùa khô trung bình là 44 mm và mùa mưa trung bình là 131 mm. Mặc dù, còn một số hạn chế song phương pháp tính toán giá trị bổ cập bằng cân bằng Clo có thể áp dụng rộng rãi trên các vùng đồng bằng ven biển có điều kiện tương tự và đặc biệt ở những nơi nguồn tài liệu điều tra đánh giá còn hạn chế không thể áp dụng những mô hình số thủy văn hoàn chỉnh, phức tạp hơn.

Kết quả nghiên cứu này có thể là tài liệu tham khảo để các nhà quản lý hoạch định chính sách lập phương án khai thác sử dụng tài nguyên nước hợp lý trong tương lai nhằm ứng phó với BĐKH đảm bảo phát triển kinh tế xã hội bền vững trong vùng nghiên cứu.

Khi áp dụng phương pháp cân bằng Clo cho một vùng nghiên cứu nhất thiết phải thu thập số liệu lượng mưa, phân tích hàm lượng Clo trong nước mưa, lấy mẫu và quan trắc chất lượng nước tại các điểm lấy mẫu trong thời gian tối thiểu 1 năm thuỷ văn. Ngoài ra, có thể sử dụng

kỹ thuật đồng vị phân tích các mẫu nước mưa, nước dưới đất tại một điểm để kiểm chứng kết quả tính toán giá trị bổ cập tự nhiên khi áp dụng mô hình này.

Chương 2 Đánh giá sự thay đổi về số lượng, chất lượng nước dưới đất do ảnh hưởng của khai thác và bổ cập theo các kịch bản BĐKH.

2.1 Cơ sở lý thuyết đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu - nước biển dâng đến nước dưới đất

Vấn đề nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu - nước biển dâng đã được nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm, nghiên cứu nhưng việc đánh giá tác động của chúng đến nước dưới đất cũng mới chỉ bắt đầu nghiên cứu trong thời gian gần đây. Hiện nay, để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước ngầm, các nhà khoa học đã tập trung đánh giá sự biến đổi khả năng bổ sung nước ngầm do mưa và các yếu tố khí hậu cùng những ảnh hưởng của nước biển dâng đến sự giảm sút nguồn nước ngầm ở các vùng ven biển. Những nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào các vấn đề:

Nghiên cứu hiện trạng mặn - nhạt nước dưới đất, xu thế biến đổi chất lượng nước dưới đất hiện nay so với quá khứ để từ đó đánh giá dự báo biến đổi ranh giới mặn - nhạt trong tương lai dưới tác động của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng;

Nghiên cứu mối quan hệ giữa các tầng chứa nước dưới đất với nước mưa, trong đó tập trung đánh giá mối quan hệ thủy lực giữa mực nước dưới đất với nước mưa theo thời gian, xác định xu thế biến đổi mực nước dưới đất với nước mưa. Để thực hiện công tác này cần tiến hành thu thập số liệu quan trắc lượng mưa theo thời gian cùng các số liệu quan trắc về biến đổi mực nước dưới đất để so sánh, xác định mối quan hệ giữa chúng. Trên cơ sở những biến đổi trong quá khứ xây dựng hàm quan hệ giữa nước dưới đất với nước mưa, xác định lượng bổ cập của nước mưa cho nước dưới đất để từ đó làm cơ sở khoa học đánh giá, dự báo trong tương lai;

Nghiên cứu mối quan hệ của nước biển với nước dưới đất nhờ thu thập số liệu đồng thời thực hiện các công tác thực địa cần thiết để tập hợp các số liệu về dao động mực nước sông, nước biển và mực nước dưới đất theo chuỗi thời gian để nghiên cứu mối quan hệ thủy lực giữa mực nước dưới đất với nước biển, nước sông. Thiết lập mối quan hệ giữa mực nước dưới đất với nước biển, nước sông để xem xét vai trò của nước biển, nước sông trong sự hình thành nước dưới đất. Trên cơ sở kết quả đánh giá này dự báo những ảnh hưởng của nước biển dâng đến các tầng chứa nước vùng ven biển trong tương lai;

Sử dụng mô hình dòng 3 chiều toán học và mô hình số để nghiên cứu mức độ xâm nhập mặn các tầng chứa nước ven biển do lượng mưa bổ cập, do mực nước ngầm dâng cao hay do sự ảnh hưởng của nước sông, nước biển. Để tính toán cân bằng nước, các tác giả đã tính toán

lượng bốc hơi và lượng bổ cập cho nước dưới đất. Khi lượng mưa vượt quá lượng bốc hơi thực tế thì lượng nước ngầm được bổ sung sẽ tính bằng chênh lệch giữa lượng mưa và bốc hơi. Sự dịch chuyển trung bình hàng năm của ranh giới mặn - nhạt đã được sử dụng để ước tính sự thay đổi chất lượng nước nhạt bị xâm nhập mặn trong khoảng thời gian 100 năm. Việc nghiên cứu đã đề cập đến một cách nhìn mới về biến đổi thời gian trong tài nguyên nước ngầm ven biển do các yếu tố khí hậu, đặc biệt là lượng mưa. Lượng mưa, nguồn cơ bản bổ sung cho nước ngầm là một yếu tố lớn nhất trong cân bằng nước, luôn biến đổi theo thời gian và không gian. Do đó, sự biến đổi lượng mưa trong tương lai sẽ quyết định sự biến đổi tài nguyên nước ngầm. Sự gia tăng lượng mưa tạo điều kiện bổ sung thêm cho tài nguyên nước ngầm và ngược lại. Để đánh giá vai trò của lượng bốc hơi thường dựa vào sự biến đổi nhiệt độ, dự kiến nhiệt độ tăng có khả năng dẫn đến làm tăng bốc hơi nước từ bề mặt nước và mặt đất làm tăng khả năng thoát hơi nước từ thực vật. Lượng bốc hơi nước gia tăng sẽ ảnh hưởng đến khả năng bổ sung cho nước ngầm. Nhìn chung, khi lượng bốc hơi tăng sẽ làm trữ lượng nước ngầm suy giảm. Tuy nhiên hiện nay nhiều nghiên cứu cũng chưa tìm thấy mối quan hệ rõ rệt giữa sự gia tăng nhiệt độ và sự suy giảm lượng trữ lượng nước ngầm trong tương lai.

Trong khuôn khổ báo cáo này các tác giả chủ yếu tập trung nghiên cứu và đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu - nước biển dâng đến sự dịch chuyển của ranh giới mặn nhạt.

2.2. Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến nước dưới đất

Trên cơ sở tổng hợp những công trình nghiên cứu ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến nước dưới đất trên thế giới và những nghiên cứu về dự báo xâm nhập mặn tại Việt Nam, nhận thấy hầu hết các công trình nghiên cứu trên thế giới tập trung ở các vùng ven biển do nước nhạt ở những vùng này có ý nghĩa rất quan trọng, hơn nữa đây là những vùng chịu tác động mạnh mẽ của nước biển. Để nghiên cứu giải quyết vấn đề này cần sử dụng tổng hợp nhiều phương pháp, trong đó có các phương pháp sau:

2.2.1 Thu thập tài liệu

Thu thập tài liệu để tổng hợp những thông tin cơ bản, làm cơ sở khoa học để đánh giá và đưa ra những công việc tiếp theo cần thực hiện trong những bước nghiên cứu tiếp theo, trong đó cần thu thập những tài liệu sau:

Thu thập tài liệu địa hình, địa mạo, địa chất, địa chất thủy văn, khí hậu (lượng mưa, lượng bốc hơi), thủy văn (mực nước biển, mực nước sông), các công trình nghiên cứu, tài liệu

quan trắc mực nước ngầm, nước sông, nước biển theo thời gian khu vực nghiên cứu, tài liệu về sự Biến đổi khí hậu và nước biển dâng của Bộ Tài nguyên và môi trường trong đó có đánh giá đến khu vực nghiên cứu. Thu thập các thông tin về hiện trạng sử dụng đất, xác định tỷ lệ vùng đất trống, vùng nước mặt, thảm thực vật... để đánh giá khả năng thấm nước mưa xuống nước ngầm;

Thu thập tài liệu điều tra khảo sát sơ bộ, xây dựng bản đồ Địa chất thủy văn, xác định cấu trúc địa chất, địa tầng khu vực cùng các thông số ĐCTV làm cơ sở đánh giá cơ chế hình thành trữ lượng và chất lượng nước dưới đất khu vực nghiên cứu;

Thu thập, tổng hợp các số liệu quan trắc địa chất thủy văn theo thời gian tại các điểm quan trắc. Ngoài ra, cần thu thập các yếu tố về thuỷ văn (mực nước biển, mực nước sông), điều kiện khí hậu (lượng mưa, lượng bốc hơi) từ quá khứ tại các vị trí quan trắc trong khu vực để xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố này với các thông số địa chất thủy văn để tiếp tục đánh giá dự báo cho tương lai.

2.2.2 Phương pháp thủy địa hóa/thủy địa động lực

Để đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến nước dưới đất cần tập trung nghiên cứu đặc điểm thủy địa hóa, phân tích đánh giá một cách sâu sắc các yếu tố địa chất (địa tầng, cấu tạo, thạch học, vận động kiến tạo lịch sử địa chất, đặc biệt là các hoạt tân kiến tạo, các quá trình biển tiến, biển thoái), các tính chất thủy động lực của đất đá chứa nước, các yếu tố liên quan đến vận động của nước ngầm trong các thời kỳ của kỷ Đệ Tứ. Trên cơ sở những đánh giá, nghiên cứu, phân tích sự hình thành nước nhạt cùng với sự biến đổi lượng mưa, mực nước dưới đất trong quá khứ kết hợp với những biến đổi khí hậu trong tương lai cùng với sự gia tăng mực nước biển, các hoạt động kinh tế của con người để mô phỏng, dự báo sự thay đổi ranh giới mặn - nhạt của nước ngầm trên khu vực nghiên cứu. Trong đó tập trung đánh giá một số vấn đề:

Nghiên cứu chất lượng nước dưới đất, hiện trạng phân bố của các khoảnh nước nhạt, mối quan hệ của nó với các đối tượng gây mặn mà chủ yếu là với các khoảnh nước mặn và nước biển. Hiện nay, người ta thường sử dụng chỉ tiêu tổng khoáng hóa (M) hay tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS) làm ranh giới khoanh định nước mặn và nhạt. Các khối nước nhạt có M hoặc TDS < 1 g/l còn nước mặn có M hoặc TDS ≥ 1 g/l;

Nghiên cứu đặc điểm địa chất khu vực, xác định sự hình thành khối nước nhạt, các con đường gây nhiễm mặn như quá trình xâm nhập của nước mặn trong cùng hệ thống thủy lực, do

sự vận động của nước mặn từ các tầng nước mặn khác đến qua các cửa sổ địa chất thủy văn (ĐCTV), xâm nhập từ nước sông, nước biển... Nghiên cứu cấu trúc Địa chất thủy văn, đặc điểm địa hình khu vực, phân vùng thấm của đất đá, phân vùng dễ chịu tác động của nước mưa, nước biển đến nước dưới đất để làm cơ sở dự báo ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng;

Nghiên cứu động thái nước dưới đất trong đó tập trung đánh giá mối quan hệ giữa dao động mực nước biển với nước dưới đất hay dao động của mực nước dưới đất với nước mưa. Để đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu đến nước dưới đất cần tập trung nghiên cứu mối quan hệ giữa mưa, nhiệt độ, độ ẩm với nước dưới đất khu vực theo thời gian. Tương tự như vậy để đánh giá ảnh hưởng của nước biển dâng đến nước dưới đất cần nghiên cứu dao động mực nước giữa nước biển với nước dưới đất theo thời gian. Trên cơ sở mối quan hệ giữa nước mưa, nước biển với nước dưới đất theo thời gian, thiết lập hàm quan hệ để đánh giá tỷ lệ đóng góp của nước mưa, nước biển vào sự hình thành trữ lượng nước dưới đất. Ngoài ra, việc nghiên cứu động thái nước dưới đất còn tập trung đánh giá ảnh hưởng của hoạt động khai thác nước ngầm đến dao động mực nước dưới đất khu vực. Nhìn chung, các nghiên cứu về tác động của khí hậu, nhiệt độ, lượng mưa, lượng bốc hơi, nước sông, nước biển… cùng quá trình khai thác nước ngầm đều ảnh hưởng đến sự hòa tan, khuếch tán và lan truyền mặn trong các tầng chứa nước.

Biến đổi khí hậu có thể ảnh hưởng lớn đến cường độ bổ sung nguồn nước cho các tầng chứa nước ngầm và ảnh hưởng đến khả năng cung cấp nước nhạt cho các vùng ven biển. Việc đánh giá toàn diện các tác động của mực nước biển dâng, biến đổi khí hậu đến quá trình xâm nhập mặn sẽ được thực hiện trong cả hai hệ thống nước dưới đất ở ven biển (có áp và không áp). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra cơ chế gây ra quá trình xâm nhập mặn và đưa ra các công thức tính toán, dự báo giúp quản lý tốt hơn các tác động do sự gia tăng mực nước biển đến các tầng chứa nước ven biển.

2.2.3 Phương pháp mô hình

Để đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng, ngoài phương pháp giải tích, nhiều công trình trên thế giới đã sử dụng phương pháp mô hình để xác định và dự báo xu thế biến đổi ranh giới mặn - nhạt do sự thay đổi của các nhân tố tự nhiên (khí hậu, thủy văn, biến đổi khí hậu, nước biển dâng...) và nhân tạo (khai thác nước ngầm, tưới tiêu...).

Phương pháp mô hình được thực hiện theo các giả thiết được đề xuất như sự thay đổi của điều kiện khí hậu, mực nước biển cũng như sự biến đổi của các yếu tố khai thác nước... kết hợp với điều kiện biên là các sông xung quanh khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, các thông số di chuyển vật chất sử dụng để xây dựng mô hình được tính toán bằng các thí nghiệm địa chất thủy văn. Qua các công bố khoa học trên thế giới cho thấy bài toán nghiên cứu, đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến nước dưới đất là một bài toán khá phức tạp, không thể giải quyết tốt bằng một phương pháp đơn lẻ mà cần phải sử dụng tổ hợp nhiều phương pháp. Hiện nay, nhiều mô hình toán học, mô hình số, trong đó có mô hình MODFLOW với phần mềm SEWAT, SUTRA… đã được sử dụng để dự báo ảnh hưởng của nước biển dâng đến quá trình xâm nhập mặn tầng chứa nước.

2.3 Lựa chọn và xây dựng mô hình dự báo

2.3.1 Lựa chọn mô hình dự báo

Để xây dựng mô hình dòng ngầm và thay đổi độ mặn (một trường hợp trong dịch chuyển vật chất hòa tan trong môi trường ngầm) trong môi trường lỗ rỗng, trên thế giới sử dụng rất nhiều hệ phần mềm cơ sở khác nhau. Ví dụ như FEFLOW (Hans-Jörg G. Diersch, 1979), MODFLOW (McDonald M.G. và Harbaugh, A.W, 1988) kết hợp với MT3D (Zheng and Wang, 1999), SUTRA (Clifford I. Voss, 1984) hoặc SEAWAT (Weixing Guo, 1998). Các hệ phần mềm cơ sở này chủ yếu khác nhau về giải thuật nhưng vẫn dựa trên công thức vi phân tổng quát chung. Tới thời điểm hiện tại có thể nói hai hệ phần mềm cơ sở được sử dụng phổ biến nhất là FEFLOW và SEAWAT trong việc mô phỏng dịch chuyển biên mặn trong môi trường lỗ rỗng.

Tại Việt Nam, việc tiếp cận với mô hình số trong môi trường lỗ rỗng được bắt đầu khá sớm vào những năm 90 của thế kỷ trước với hệ phần mềm cơ sở đầu tiên là MODFLOW. Đến nay, MODFLOW cũng như module MT3D được sử dụng phổ biến trong các công tác nghiên cứu ĐCTV. Trước đây, việc mô phỏng dịch chuyển biên mặn được thực hiện bằng cách kết hợp mô hình dòng ngầm MODFLOW với mô hình dịch chuyển vật chất hòa tan MT3D. Tuy nhiên, phương pháp này lại không tính toán đến chênh lệch khối lượng riêng gây ra bởi chênh lệch nồng độ giữa nước nhạt và nước mặn. Với lý do nêu trên, phần mềm cơ sở SEAWAT ra đời nhằm bổ sung các thiếu sót do việc kết hợp MODFLOW và MT3D. SEAWAT được xây dựng dựa trên MODFLOW - MT3D có bổ sung thêm gói tính toán sự thay đổi khối lượng

riêng của nước trong môi trường lỗ rỗng và sau đó chính xác lại các kết quả tính toán của MODFLOW - MT3D.

Với những ưu điểm nêu trên, chúng tôi đã sử dụng mô hình MT3D để dự báo sự ảnh hưởng của BĐKH&NBD đến nước dưới đất trong các thành tạo Đệ tứ vùng đồng bằng ven biển Huyện Gio Linh – Tỉnh Quảng Trị.

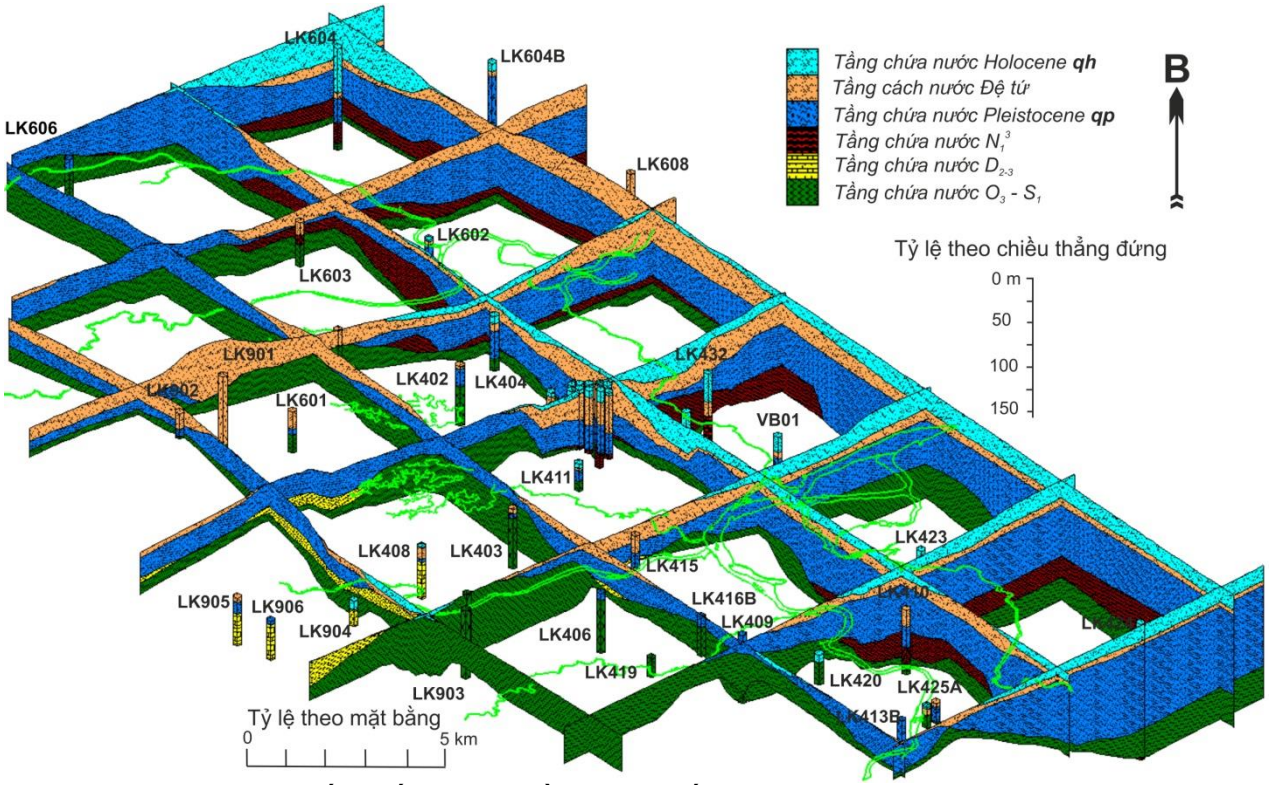
2.3.2 Xây dựng các yếu tố đầu vào mô hình

a. Xây dựng các lớp của mô hình

Dựa theo đặc điểm ĐCTV vùng đồng bằng ven biển Huyện Gio Linh – Tỉnh Quảng Trị., các tuyến mặt cắt, mô tả địa tầng tại các hố khoan,...nhóm tác giả thiết lập mô hình gồm 03 lớp, cụ thể:

- Lớp 1: là tầng chứa nước trong trầm tích Holocen (qh);
- Lớp 2: là tầng thấm nước yếu hay thực tế không chứa nước kẹp giữa tầng Holocene và Pleistocene;
- Lớp 3: là tầng chứa nước trong trầm tích Pleistocen (qp).

Các lớp được thể hiện trên hình:

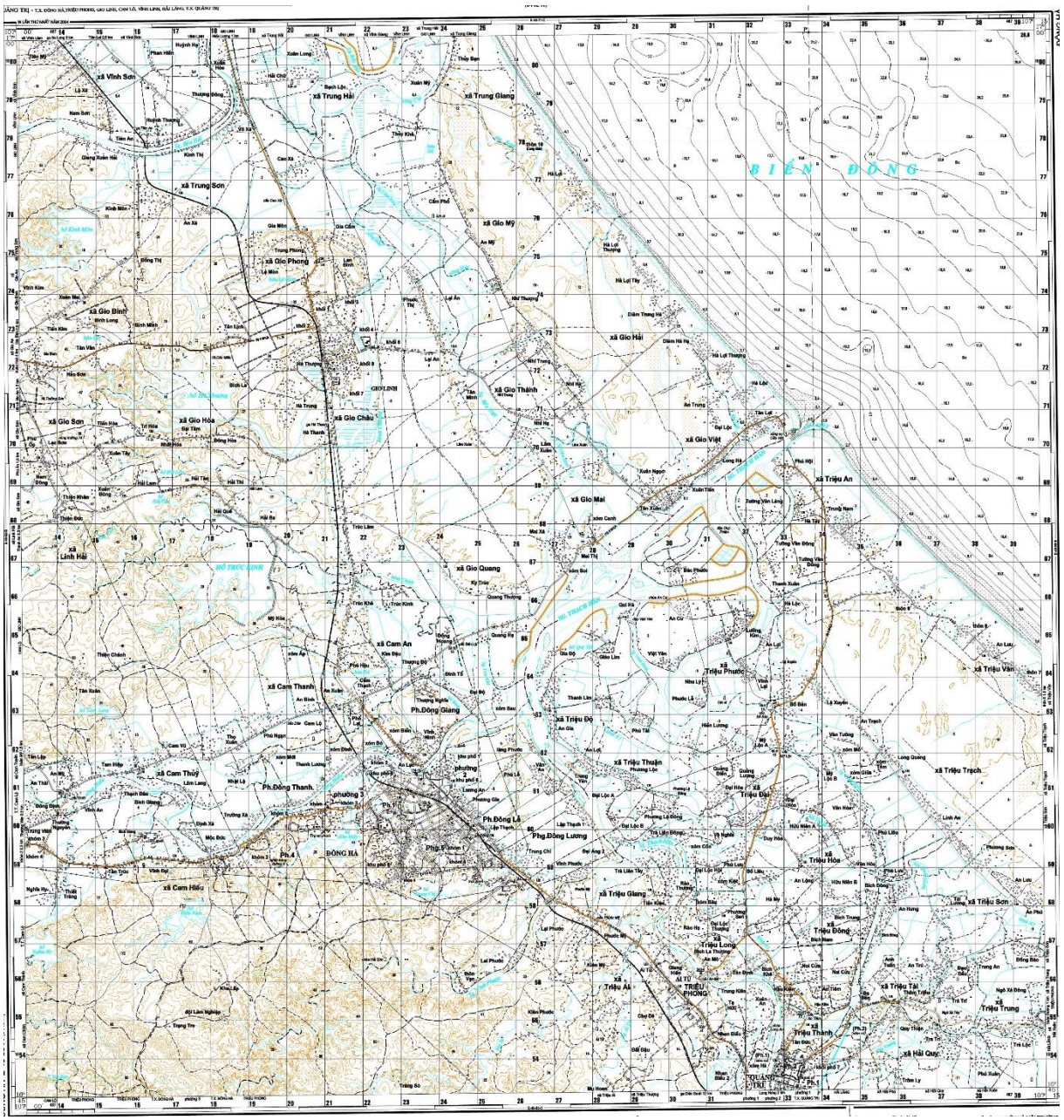


Hình 12 Mặt cắt khối 3D địa tầng địa chất thủy văn toàn vùng nghiên cứu

Ngoài việc mô hình hoá địa tầng trong vùng nghiên cứu còn phải xây dựng và cập nhật các dữ liệu về địa hình, ĐCTV, giá trị bổ cập và bốc hơi, các điều kiện biên, điều kiện khai thác.

b. Dữ liệu về địa hình

Bề mặt địa hình được xây dựng dựa trên thông tin từ bản đồ địa hình được số hoá và gán các thông tin trên cơ sở nền bản đồ địa hình tỉ lệ 1/50.000. Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu được thể hiện trong hình 13.



Hình 13 Bản đồ địa hình vùng

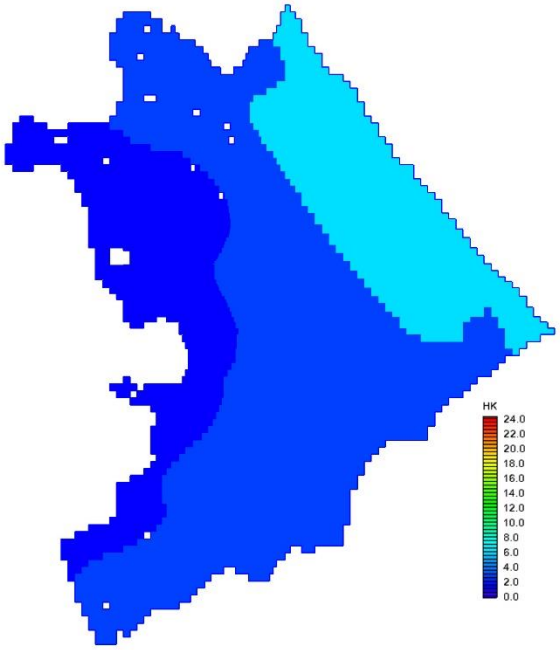
c. Dữ liệu về Địa chất thuỷ văn

Ranh giới các tầng trên bình đồ và trên mặt cắt được xây dựng từ dữ liệu các lỗ khoan khảo sát ĐC - ĐCTV trong khu vực nghiên cứu. Các thông số ĐCTV cần nhập cho từng lớp gồm: hệ số thấm (thẳng đứng Kz và nằm ngang Kx-y), hệ số nhả nước đàn hồi μ* và hệ số nhả nước trọng lực μ. Phân chia tính thấm, hệ số nhả nước của các tầng chứa nước và lớp ngăn cách hay thấm nước yếu từ số liệu thực tế thí nghiệm của các lỗ khoan và điểm khảo sát. Các số liệu về hệ số thấm, hệ số nhả nước của các tần chứa nước được lấy trong các đề án giai đoạn trước như: *(Nguyễn Xuân Dương, 1978 [18]; Nguyễn Văn Thế, 1984 [17]; Nguyễn Văn Long, 1986 [16]; Lê Quang Mạnh, 1990 [6]; Nguyễn Trường Giang, 1995 [15]; và Khổng Văn Bê, 2003 [3])…* Các số liệu đặc trưng điển hình này được thể hiện ở bảng:

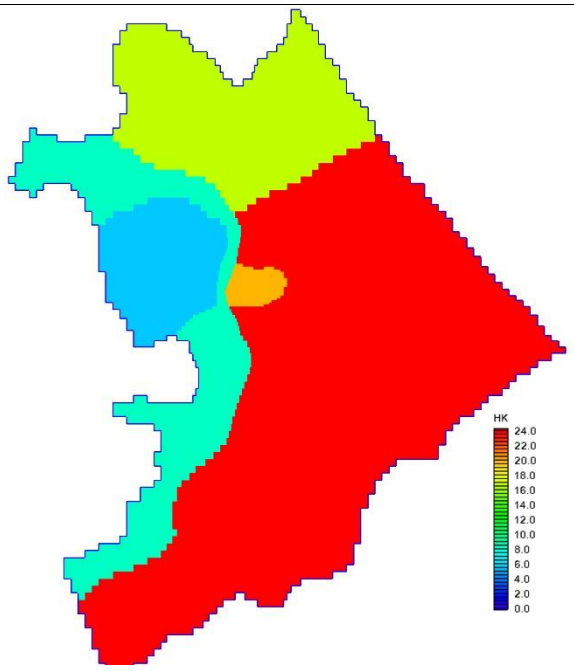
Bảng 9 Hệ số thấm tại một số lỗ khoan trong vùng nghiên cứu

Tên lỗ khoan	Chiều sâu khai thác, tuổi địa chất	q (l/s.m)	K (m/d)	Tên lỗ khoan	Chiều sâu khai thác, tuổi địa chất	q (l/s.m)	K (m/d)
LK604	15 – 45, amQ_2^{1-2}	0.14	0.47	G7	39 – 63, amQ_1^{2-3}	1.92	15.6
LK605	4 – 23, amQ_2^{1-2}	0.26	1.93	G9	44 – 69, amQ_1^{2-3}	1.96	24.76
LK904	4 - 11, amQ_2^{1-2}	1.65	16.31	G10	43 – 68, amQ_1^{2-3}	1.99	34.72
LK901	31 – 40, βQ_2^1	0.24	0.57	G11	44 – 71, amQ_1^{2-3}	3.38	15.6
LK604B	22 – 58, amQ_1^{2-3}	1.13	2.89	LK602	26 – 72, N_1^3	4.23	6.23
LK608	40 – 59, amQ_1^{2-3}	0.47	2.04	LK603	6 – 28, N_1^3	3.68	37.69
LK610	6 – 22, amQ_1^{2-3}	0.95	4.65	LK432	61 – 115, N_1^3	2.38	8.06
LK404	18 – 56, amQ_1^{2-3}	3.93	10.59	LK408	18 – 53, D_{2-3}	1.79	5.07
LK405	44 – 63, amQ_1^{2-3}	3.88	23.74	LK906	19 – 27, D_{2-3}	0.09	0.26
LK407	20 – 55, amQ_1^{2-3}	7.14	18.57	LK905	20 – 56, D_{2-3}	3.16	28.52
LK410	20 – 58, amQ_1^{2-3}	7.65	37.35	LK907	19 – 43, D_{2-3}	3.3	15.74
LK413B	3 – 42, amQ_1^{2-3}	5.94	25.81	LK908	7 – 40, adQ_1^{1-2} & D_{2-3}, P_2	2.28	1.25
LK424	23 – 86, amQ_1^{2-3}	3.81	11.05	LK403	11 – 58, $O_3 - S_1$	0.88	2.4
G1	39 – 64, amQ_1^{2-3}	0.98	5.04	LK406	1 – 21, $O_3 - S_1$	0.78	5.95
G2	41 – 59, amQ_1^{2-3}	1.82	15.72	LK409	10 – 58, $O_3 - S_1$	0.36	0.72
G4	43 – 65, amQ_1^{2-3}	2.72	18.84	LK601	19 – 45, $O_3 - S_1$	0.09	0.98
G6	55 – 72, amQ_1^{2-3}	2.63	31.0	LK606	16 – 38, $O_3 - S_1$	0.58	2.55
				VB01	43-69, amQ_1^{2-3}	1,98	17,7

Sau khi nhập các thông số ĐCTV chúng tôi tiến hành phân vùng hệ số thấm và hệ số nhả nước (xem hình 14 và 15).



Hình 14 Phân vùng hệ số thấm tầng chứa nước qh trên mô hình

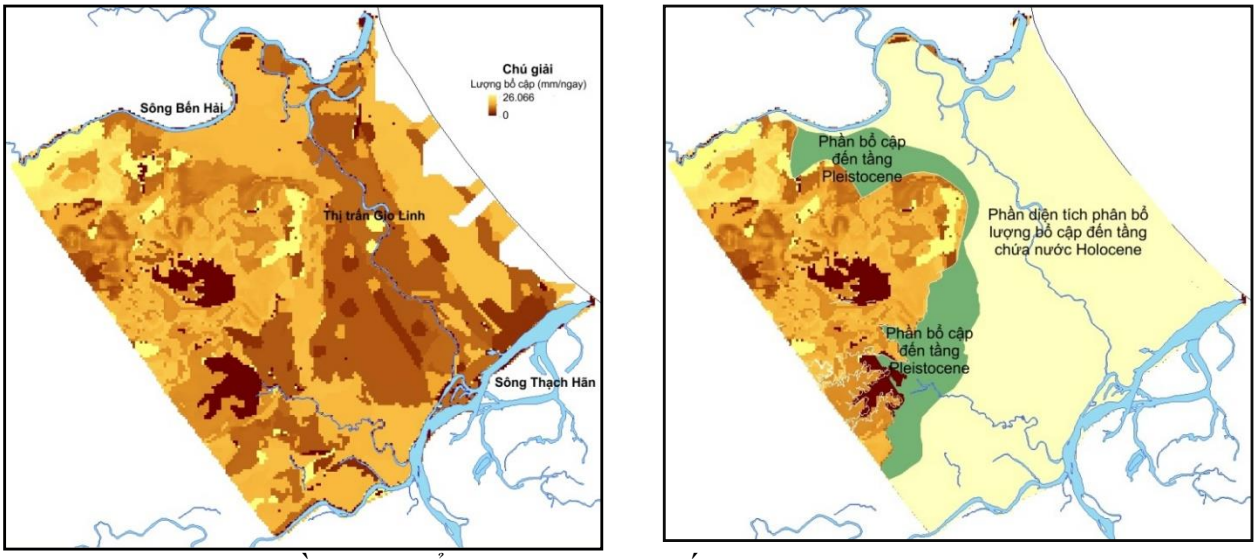


Hình 15 Phân vùng hệ số thấm tầng chứa nước qp trên mô hình

d. Dữ liệu giá trị bổ cập và bốc hơi

Bản đồ và dữ liệu giá trị bổ cập được xác định trên cơ sở tài liệu về lượng mưa của các trạm khí tượng trên toàn vùng nghiên cứu (Cồn Cỏ, Cửa Việt, Đông Hà, Khe Sanh, Gia Vòng), giá trị này được tính toán bằng mô hình bổ cập Wetspa phần trên.

Bản đồ và dữ liệu bốc hơi cũng được lấy tương tự như trên, giá trị lượng bốc hơi ngầm được giới hạn ở chiều sâu 5m tính từ bề mặt đất.



Hình 16 Bản đồ lượng bổ cập nước dưới đất tính trung bình theo ngày tính cho mùa khô tháng I – VII năm 1981 (hình phải) và diện tích phân bổ lượng bổ cập đến từng tầng chứa nước (hình phải)

e. Các biên và điều kiện biên trong mô hình

Dựa vào điều kiện thực tế của vùng nghiên cứu, các loại biên trong mô hình bao gồm: Biên sông (River), biên mực nước không đổi (H = const), biên không dòng chảy (Q=0), biên tổng hợp (GHB). Trị số mực nước trên biên sông được xác định theo tài liệu quan trắc của các điểm quan trắc nước mặt trên các mặt cắt.

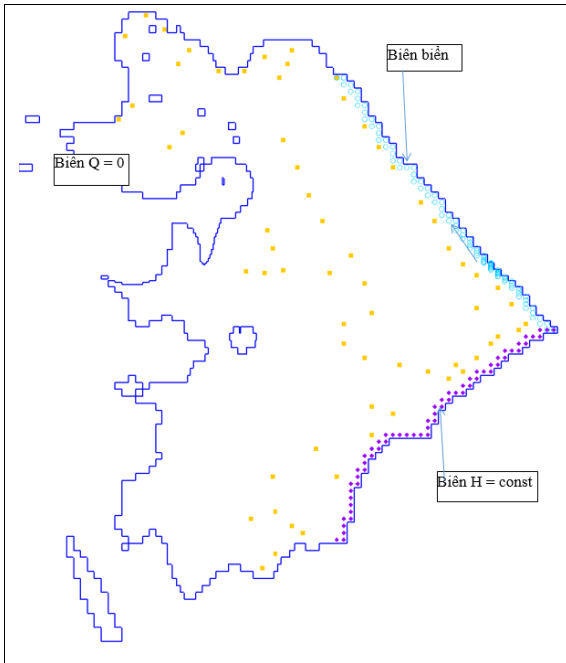
+ Biên không dòng chảy được đặt ở phía tiếp xúc đá gốc với các tầng chứa nước;

+ Biên mực nước không đổi ở phía Tây Bắc – Đông Nam mô phỏng miền cấp từ bên ngoài vào vùng nghiên cứu.

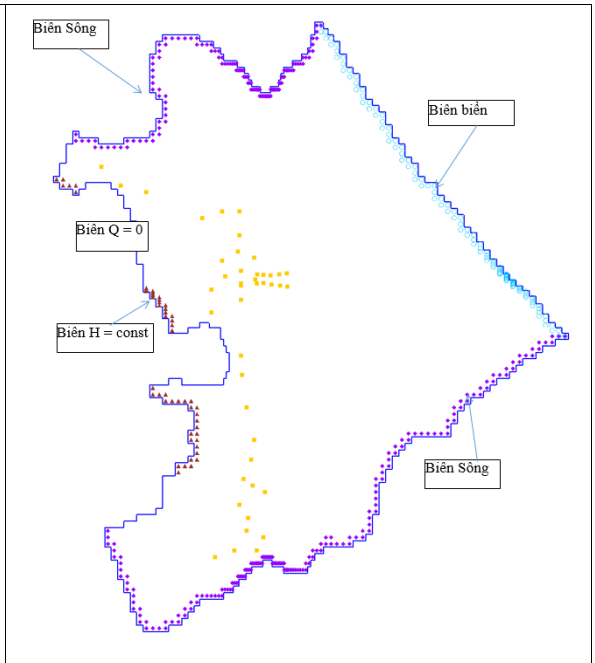
+ Biên mực nước không đổi ở lớp 1 theo đường bờ mô phỏng tiếp xúc trực tiếp với nước biển. Giá trị mực nước trên biên lấy theo giá trị trung bình quan trắc mực nước biển thực tế tại Trạm Khí tượng Hải văn Cồn Cỏ.

+ Biên GHB (tổng hợp) bố trí theo đường bờ với lớp 2, 3 mô phỏng các tiếp xúc không trực tiếp với biển thông qua giá trị cản thấm Conductance. Giá trị mực nước trên biên lấy theo giá trị trung bình quan trắc mực nước biển thực tế tại Trạm Khí tượng Hải văn Cồn Cỏ.

+ Biên sông trên bề mặt lớp 1 mô phỏng tiếp xúc không trực tiếp của sông và các lớp của mô hình thông qua giá trị cản thấm Conductance. Trị số sức cản thấm C của sông được xác định theo các tài liệu thí nghiệm seepage năm 2017 của lớp bùn đáy sông.



Hình 17 Các loại biên trong lớp 1 – TCN qh

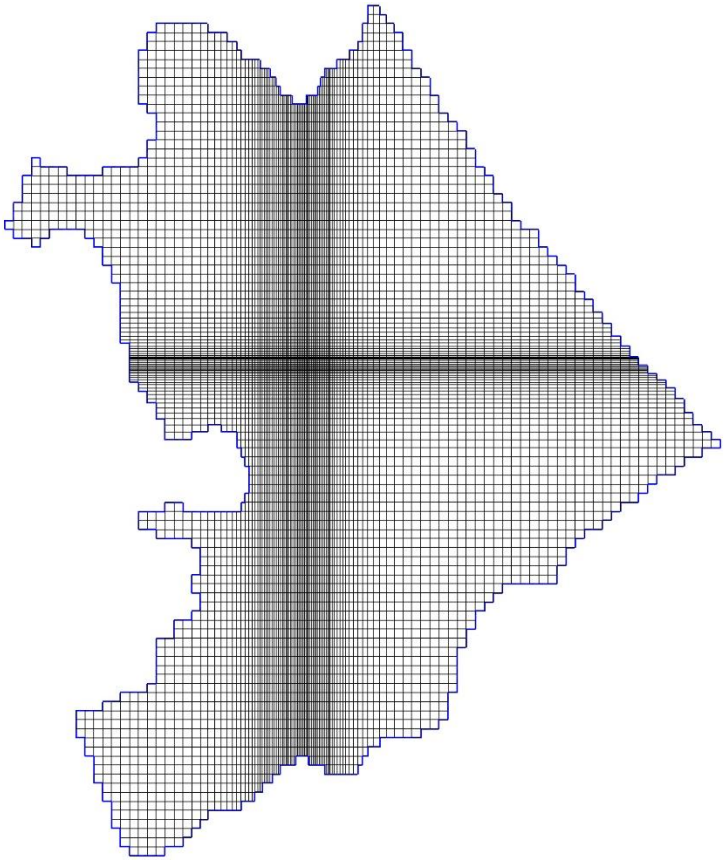


Hình 18 Các loại biên trong lớp 1 – TCN qp

e. Lưới sai phân và bước thời gian chỉnh lý

Mô hình dự báo được xây dựng với lưới sai phân hữu hạn kích thước bước 250x250m và phần trung tâm vùng nghiên cứu được đan dày với ô lưới nhỏ hơn có kích thước 50x50m. Mô hình có tổng số 133 hàng và 134 cột (xem hình 19).

Mô hình dự báo sử dụng các giá trị đầu vào đã được tính toán trước dưới ảnh hưởng của BĐKH&NBD. Các giá trị này chính là mực nước trên các biên dòng chảy, lượng bổ cập tính từ lượng mưa…. Phân bố biên mặn tại thời điểm hiện tại trong các tầng chứa nước được sử dụng làm giá trị ban đầu để mô hình tính toán quá trình dịch chuyển. Mô hình dự báo sẽ được chạy đến mốc năm 2100 với 3 kịch bản phát thải (B1, B2, A2). Vị trí biên biển dưới tác động của nước biển dâng sẽ được điều chỉnh sau mỗi khoảng thời gian là 20 năm.



Hình 19 Lưới sai phân của mô hình

2.4. Kết quả mô hình dự báo sự dịch chuyển biên mặn nước dưới đất ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu

Mô hình hiện trạng được xây dựng nhằm giả lập lại biến đổi tài nguyên nước trong quá khứ. Mô hình này trải qua 2 bước chỉnh lý. Bước chỉnh lý ổn định nhằm chỉnh lý các điều kiện biên và các thông số ĐCTV của các TCN trong mô hình. Bước chỉnh lý không ổn định mô hình được thực hiện nhằm chỉnh lý các điều kiện khai thác và bổ cập của các tầng chứa nước.

Bước chỉnh lý không ổn định này được chạy: là 6 thời đoạn, và chia 36 bước thời gian tính toán. Mỗi bước thời gian dài tương đương 1 tháng.

Thực chất đây là bài toán ngược được thực hiện rất nhiều lần nhằm giảm thiểu tối đa các sai số và đưa nghiệm bài toán tiến gần với các giá trị thực tế quan sát được tại các vị trí quan trắc mực nước.

Sau khi đã hoàn tất việc nhập tất cả dữ liệu đầu vào như đã trình bày trong mục trên, việc hiệu chỉnh mô hình sẽ được thực hiện theo hai bước:

- Bước thứ nhất là giải bài toán ổn định (Steady State) với mục đích kiểm tra sơ bộ lại các thông số ĐCTV và các điều kiện biên của mô hình (chủ yếu là các dữ liệu thuộc tính). Bài toán kết thúc khi mực nước ban đầu trên mô hình và thời điểm tháng 1/2015 được xác lập với sai số so với thực tế nằm trong giới hạn cho phép.

- Bước thứ hai là giải bài toán không ổn định (Transient) với mục đích làm chính xác hóa các thông số ĐCTV, các điều kiện biên biến đổi theo thời gian và trị số hệ số nhả nước của từng lớp. Bài toán chỉnh lý kết thúc khi đã xác lập được động thái mực nước theo thời gian với sai số so với thực tế tại từng bước tính toán đạt giá trị cho phép. Thời gian chạy chỉnh lý không ổn định từ 1/1/2015 đến 31/12/2017.

Kết quả hiệu chỉnh bài toán ổn định

Hiệu chỉnh bài toán ổn định được tiến hành qua 2 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Trước khi thực hiện bài toán hiệu chỉnh cần thiết tiến hành chỉnh sửa các lỗi nhập liệu do chủ quan lẫn khách quan.

Giai đoạn 2: Tiếp theo là giải bài toán với điều kiện mực nước ban đầu của các tầng là mực nước và các biên được xác lập theo tài liệu liên quan từ các bản đồ thủy đẳng áp hoặc thủy đẳng cao. Lúc này cần tiến hành kiểm tra các thông số ĐCTV và các điều kiện biên, đặc biệt là kiểm tra tính tương thích của hệ thống dữ liệu kèm theo mô hình dòng chảy nước dưới đất.

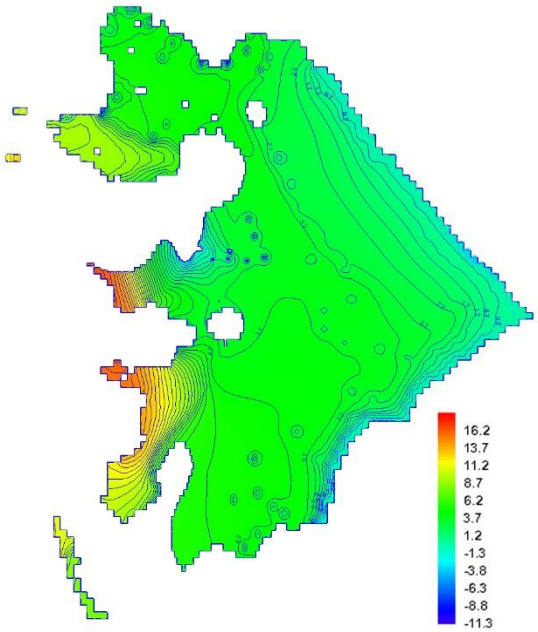
Việc giải bài toán này được thực hiện rất nhiều lần với nghiệm của lần này được dùng làm điều kiện mực nước ban đầu cho lần sau. Việc thực hiện bài toán lặp này chấm dứt khi mực nước ban đầu cho mô hình dòng chảy nước dưới đất được xác lập. Kết quả hiệu chỉnh bài toán ổn định tại thời điểm 1/2015 đã xác lập được hiện trạng mực nước với các loại sai số được ghi nhận tại các vị trí quan trắc.

Tóm lại, bài toán ổn định đã hoàn thành và đạt được yêu cầu đối với công tác hiệu chỉnh mô hình khu vực lớn. Kết quả mực nước tại các tầng chứa nước được xác lập. Quá trình thực hiện hiệu chỉnh cho thấy điều kiện biên tại các ranh giới của mô hình hầu như không ảnh hưởng nghiệm của bài toán, đặc biệt đối với khu vực trung tâm, nơi có cụm công trình khai thác Nhà máy nước Gio Linh. Điều này cho thấy việc sơ đồ hóa và xác lập điều kiện biên khá phù hợp thực tế.

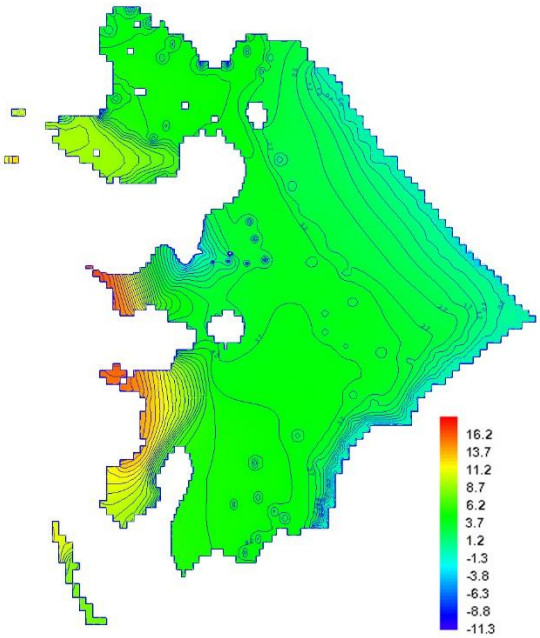
Sau khi xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất, chúng tôi tiến hành dự báo sự dịch chuyển của biên mặn trong tầng chứa nước các thành tạo Đệ tứ vùng nghiên cứu dưới ảnh hưởng của BĐKH&NBD (ứng với các kịch bản khác nhau đã được xây dựng ở phần trước); kết quả cho thấy xu thế mặn nhạt biến đổi rất phức tạp, cụ thể:

a. Đối với tầng chứa nước Holocene

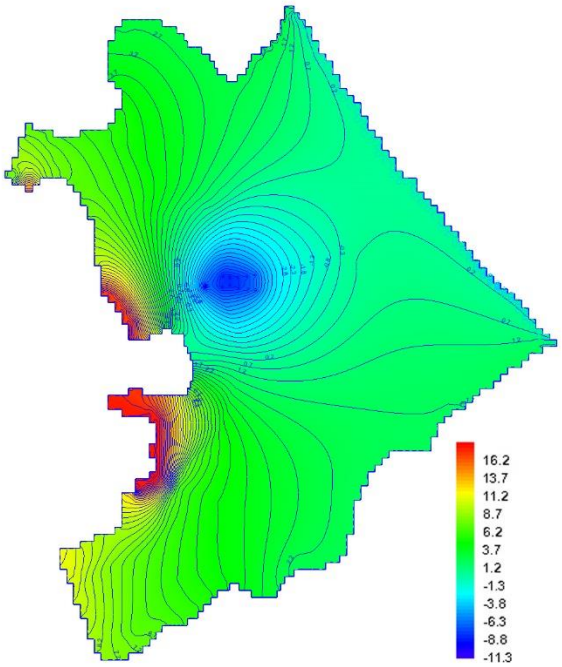
Kết quả mô hình dòng chảy theo hiện trạng năm 2015, 2018.



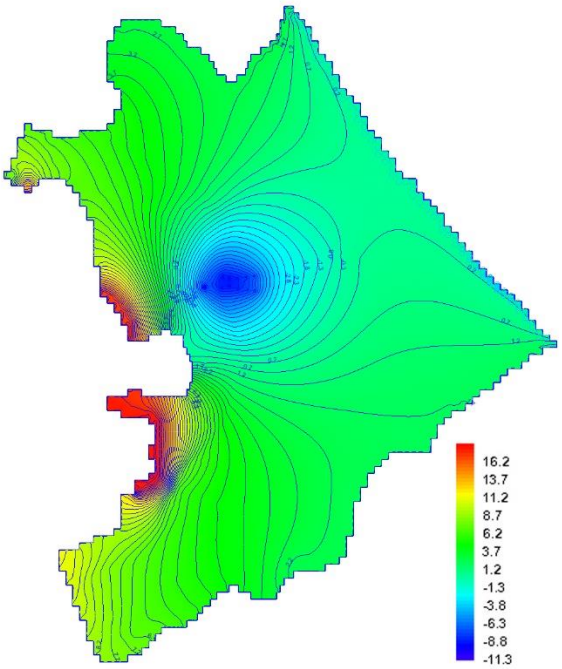
Hình 20 Mực nước TCN qh năm 2015



Hình 21 Mực nước TCN qh năm 2018

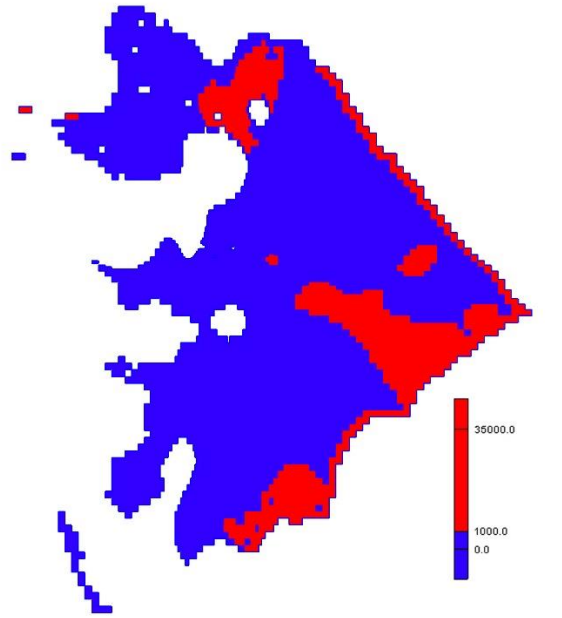


Hình 22 Mực nước TCN qp năm 2015

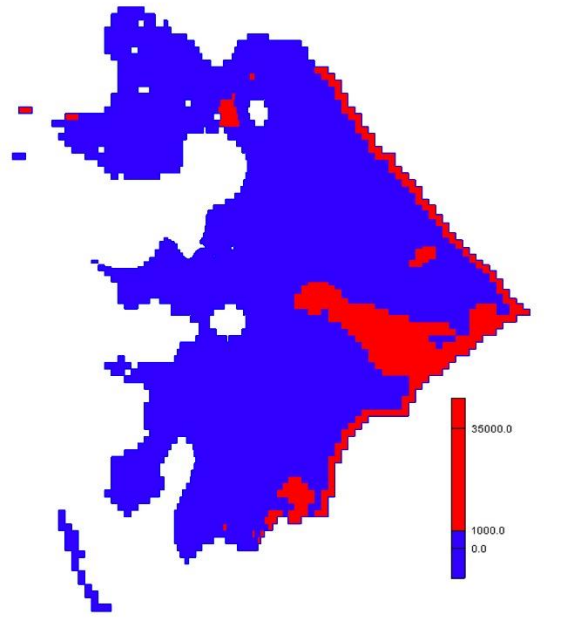


Hình 23 Mực nước TCN qp năm 2018

Kết quả mô hình hiện trạng xâm nhập mặn TCN qh năm 2015, 2018.



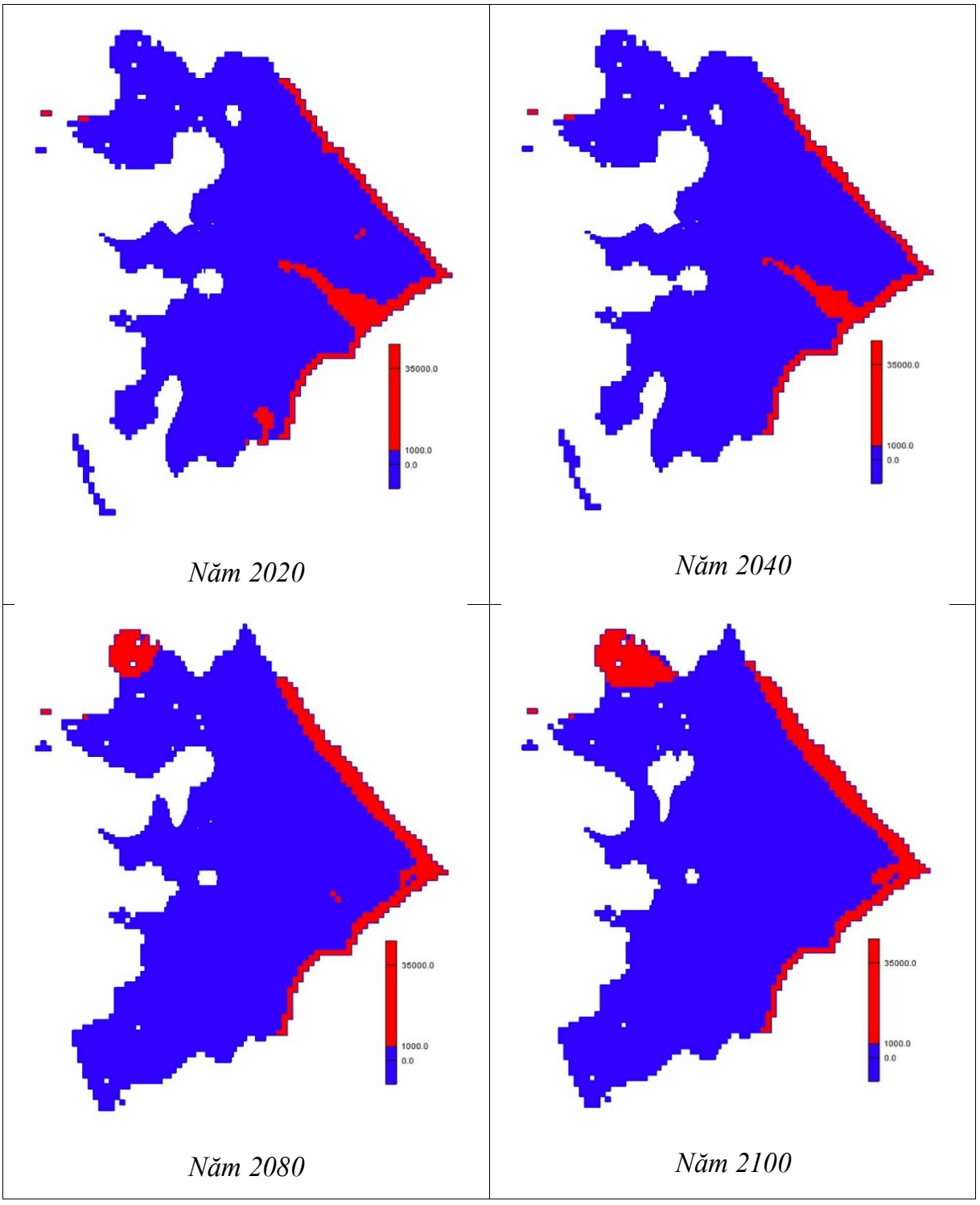
Hình 24 Xâm nhập mặn TCN qh năm 2015



Hình 25 Xâm nhập mặn TCN qh năm 2018

- Kết quả mô hình dự báo cho thấy sự biến đổi nước dưới đất tầng Holocene rất rõ rệt: Diện tích nước mặn biến đổi phức tạp qua các giai đoạn, khu vực nhiễm mặn trong lục đại có

xu hướng giảm, xong vùng ven biển và khu vực chịu ảnh hưởng của sông 2 con sông Bến Hải và Thạch Hãn thì diện tích mặn lại tăng lên do tác động của ngập (xem hình 3.8). Những thập kỷ cuối của thế kỷ 21, ranh giới mặn nhạt bị tác động lớn hơn, biến đổi nhanh hơn do tầng chịu ảnh hưởng mạnh của mực nước biển dâng cao, phía trông lục địa thì quá trình rửa mặn diễn ra nhanh chóng; theo kịch bản phát thải cao (A2), đến năm 2100 diện tích nước mặn toàn vùng nghiên cứu 17,582 km^2.



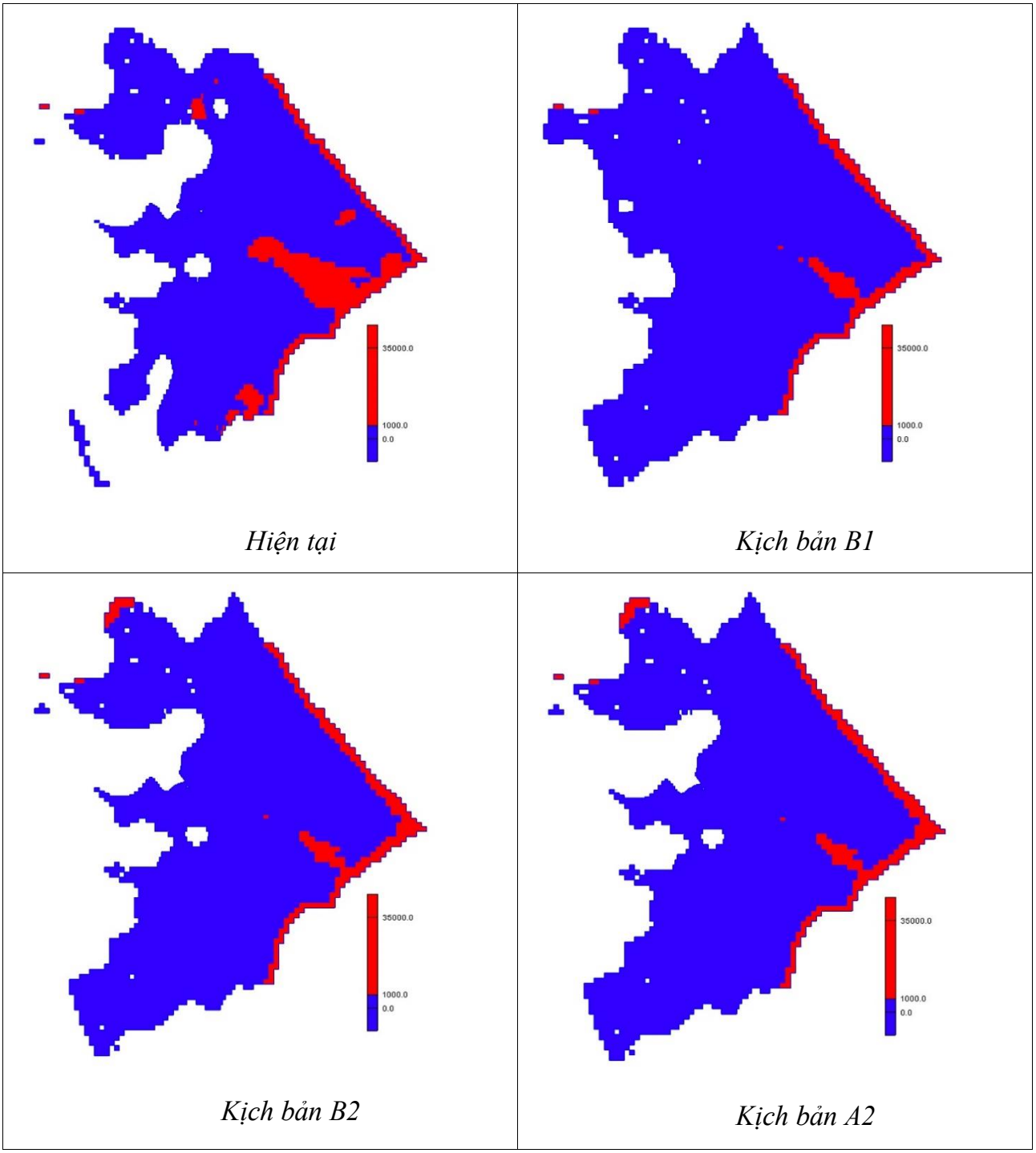
Năm 2020 *Năm 2040*

Năm 2080 *Năm 2100*

**Ghi chú: màu đỏ chỉ phần nước dưới đất có M>1g/l, màu xanh chỉ phần nước dưới đất có M<1g/l*

Hình 26 Sự biến đổi nước dưới đất tầng Holocen do BĐKH&NBD theo kịch bản phát thải cao (A2)

- So sánh sự biến đổi nước dưới đất do BĐKH&NBD theo các kịch bản phát thải nhận thấy diện tích nước mặn tăng dần theo các kịch bản (thấp, trung bình, cao) (xem hình 27 và bảng 10)



Hiện tại | *Kịch bản B1*

Kịch bản B2 | *Kịch bản A2*

Hình 27 Phân bố mặn nhạt nước dưới đất tầng Holocen hiện tại và năm 2050 do BĐKH&NBD theo các kịch bản phát thải

Bảng 10 Diện tích nước mặn tầng chứa nước Holocene từng năm và từng giai đoạn theo các kịch bản phát thải

Thời gian		**Diện tích nước mặn theo các kịch bản phát thải *(km²)***		
		B1	***B2***	***A2***
Năm	Hiện tại	19.994	19.994	19.994
	2020	9.2008	11.3408	13.3508
	2030	5.2	7.34	9.35
	2040	4.454	6.594	8.604
	2050	4.775	6.915	8.925
	2060	4.0186	6.1586	8.1686
	2070	7.241	9.381	11.391
	2080	6.676	8.816	10.826
	2090	10.199	12.339	14.349
	2100	13.432	15.572	17.582

Với kết quả dự báo trên có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Với tài liệu khảo sát và thu thập, khẳng định BĐKH&NBD có ảnh hưởng trực tiếp tới nước dưới đất tầng Holocen;

- Trong đó , diện tích mặn TCN hiện nay là 19,994 km^2, đây là tài liệu được lấy dựa theo kết quả khảo sát, điều tra qua các giai đoạn. Khi mực nước biển dâng theo kịch quả công bố của Bộ Tài nguyên và Môi trường thì đến năm 2100 mực nước biển khu vực dâng lên 0,75cm, diện tich ngập tương ứng sẽ là 3,85 km^2, xong cũng do biến đổi khí hậu thì lượng mưa trong khu vực tăng lên. Theo kết quả tính bổ cập với kịch bản tương ứng thì tầng chứa nước holocen được bổ sung lượng nước ngọt tương đương 38.212.500 m^3/năm. Điều này sẽ đẩy nhanh quá trình rửa mặn tại khu vực còn sót lại các ổ mặn trong khu vực, làm giảm đi diện tích. Do đó, về tổng thể khu vực thì dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng thì diện tích mặn sẽ giảm tương ứng 32,8% diện tích hiện nay.

Kết luận

Quan hệ thủy lực giữa nước mặt với nước dưới đất tại khu vực như sau: Dựa vào kết quả của các thí nghiệm tại 28 vị trí khác nhau dọc theo các con sông Bến Hải, Thạch Hãn, sông Hiếu, Cánh Hòm, hồ Trúc Kinh trong đợt tháng 8 năm 2017 cho thấy rằng tại hầu hết các vị trí có nguồn nước mặt cung cấp cho nước dưới đất. Đặc biệt, tại 03 vị trí trên sông Thạch Hãn đoạn từ thôn Lâm Xuân đến Cửa Việt có kết quả là nước dưới đất cung cấp cho nước sông. Tại khu vực trung tâm đồng bằng Gio Linh, đoạn sông Cánh Hòm chảy cắt ngang đồng bằng, nước sông luôn cung cấp cho nước dưới đất, với lượng dao động từ 37,25 ml/m^2.ngày đến 85,24 ml/m^2.ngày. Khu vực sông Bến Hải, hàng ngày nước sông cấp nước dưới đất 23,02 ml/m^2.ngày. Hồ Trúc Kinh nước hồ cấp cho nước dưới đất một lượng trung bình 22,10 ml/m^2.ngày. Từ đây có thể thấy rằng, sức cản trầm tích lòng sông khu vực đồng bằng Gio Linh tương đối lớn, hệ số thấm trung bình theo phương thẳng đứng tại lòng sông, hồ từ 0,0058 đến 0,049 m/ngày. Hướng vận động nước dưới đất từ phía Bắc, Tây Bắc xuống phía Nam và Đông Nam. Tại vị trí sông Thạch Hãn, nước ngầm có quan hệ thủy lực trực tiếp với sông, cụ thể nước ngầm luôn cấp cho sông Thạch Hãn đoạn qua thôn Lâm Xuân đến Cửa Việt với lưu lượng trung bình là 7.557 m^3/ngày.

Xác định lượng bổ cập bằng thí nghiệm đổ nước hố đào đối với khu vực trầm tích có nguồn gốc gió biển trung bình 204,76 mm/năm, đối với khu vực trầm tích là sét, sét pha lượng bổ cập trung bình 7,48 mm/năm, đối với khu vực đất đá bazan phong hóa lượng bộ cập trung bình 12,59 mm/năm.

Sử dụng phương pháp cân bằng Clo kết hợp với kết quả khảo sát, quan trắc thực địa, nghiên cứu này đã tính toán được giá trị bổ cập tự nhiên cho tầng chứa nước Holocen khu vực Gio Linh, Quảng Trị. Tổng giá trị bổ cập cho tầng chứa nước Holocen khu vực nghiên cứu trung bình là 175 mm/năm chiếm 8% tổng lượng mưa, trong đó mùa khô trung bình là 44 mm và mùa mưa trung bình là 131 mm.

Đánh giá dự báo quá trình xâm nhập mặn và rửa mặn trong khu vực theo các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến 2100 cho thấy: Quá trình rửa nhạt tầng chứa nước Holocen đang diễn ra với tốc độ nhanh trong khu vực, từ các ổ mặn ban đầu trong đất liền với diện tích 19.994 km^2 đến năm 2100 theo kịch bản A2 chỉ còn 0,223 km^2. Tuy nhiên, do nước

biển dâng lên theo kịch bản phát thải cao A2 là 0,75cm thì diện tích ngập mặn đất liền tương ứng là 17,852 km^2. Như vậy, có thể thấy rằng biến đổi khí hậu gia tăng lượng bổ cập đẩy nhanh quá trình rửa mặn trong đất liền thì nước biển dâng làm tăng diện ngập mặn tại các vùng thấp trũng và vùng cửa sông.

.

Tài liệu tham khảo

[1] Alley, W. M., T. E. Reilly, and. O. E. Franke. (1999). Sustainability of groundwater resources. U.S. Geological Survey Circular 1186, Denver, Colorado, 79 p.

[2] Dương Quốc Hùng, 2012. Nghiên cứu áp dụng phương pháp địa chấn nông phân giải cao để khảo sát địa chất các tầng nông và các hoạt động kiến tạo, magma trẻ ở vùng biển miền trung Việt Nam. Luận án Tiến sỹ. Trường Đại học Mỏ - Địa chất. 249 pages.

[3] Khổng Văn Bé, 2003. Báo cáo kết quả thi công giếng khai thác và đánh giá trữ lượng bổ sung bãi giếng Gio Linh – Quảng Trị. Công Ty khai thác nước ngầm I tỉnh Quảng Trị. 66 trang.

[4] Kuichling, E. (1889). The relationship between the rainfall and the discharge of sewers in populous districts. Transactions of American Society of Civil Engineers, 20, 1-56

[5] La Thế Phúc, 2002. Đặc điểm và lịch sử phát triển các thành tạo trầm tích đệ tứ đới biển nông vùng Bắc Trung Bộ Việt Nam. Luận án Tiến sỹ. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội. 195 trang.

[6] Le Quang Mạnh, 1990. Báo cáo Tìm kiếm nước dưới đất vùng Tây Đông Hà, tỉnh Quảng Trị. Đoàn Địa chất Thủy văn – Địa chất Công trình 708. Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất. 97 trang.

[7] Nguyễn Đình Tiến, Hoàng Ngô Tự Do. 2007. Applying the modflow software in the assessment of potential extraction reserves of groundwater in the coastal sand strip of Thua Thien Hue province (from Thuan An to Vinh Hien). Proceedings of the International Symposium on Hanoi Geoengineering 2007, theme : New Challenges in Geosystem Engineering and Exploration, 22-23 November 2007 Hanoi, VietNam.

[8] Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Tiền Giang, Ngô Chí Tuấn, Nguyễn Đức Hạnh, Nguyễn Hiệu, Đặng Văn Bào, 2009. Nước dưới đất miền đồng bằng tỉnh Quảng Trị: Hiện trạng khai thác, sử dụng và quản lý phục vụ tiêu chí phát triển bền vững. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 25, Số 1S (2009) 95-102.

[9] Nguyễn Thu Hiền, 2009. Đánh giá tiềm năng nước dưới đất miền đồng bằng tỉnh Quảng Trị phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế xã hội và môi trưởng bền vững. Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội, 79 trang.

[10] Nguyễn Trường Giang, 1995. Báo cáo Thăm dò Tìm kiếm nước dưới đất vùng Gio Linh, tỉnh Quảng Trị. Đoàn Địa chất Thủy văn – Địa chất Công trình 708. Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất. 72 trang.